

**UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID**

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR



GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

**ESTABLECIMIENTO DE UN PROCEDIMIENTO DE  
ENSAYO DE LABORATORIO PARA VERIFICAR EL  
CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO CEPE  
NÚMERO 73 (PROTECCIÓN LATERAL DE  
DETERMINADOS VEHÍCULOS DE MOTOR Y SUS  
REMOLQUES) EN VEHÍCULOS INDUSTRIALES  
PESADOS N2**

**SEPTIEMBRE 2015**

**AUTORA: Alba Martín-Monzú Vázquez. Grado en Ingeniería Mecánica.**

**TUTOR: D. Guillermo Magaz Pilar. Departamento de Ingeniería Mecánica.**



## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	12
2. OBJETIVOS Y DESARROLLO DEL PROYECTO	15
2.1.LA SEGURIDAD EN LOS VEHÍCULOS	15
2.2. PROTECCIONES LATERALES: QUÉ SON Y PARA QUE SIRVEN	17
2.3.OBJETIVOS	22
3. ESTADO DEL ARTE	23
3.1.INTRODUCCIÓN	23
3.2.EL PROCESO DE HOMOLOGACIÓN DE VEHÍCULOS Y SUS COMPONENTES	23
3.3.NORMATIVA Y LEGISLACIÓN RELATIVA A LA HOMOLOGACIÓN DE VEHÍCULOS Y SUS COMPONENTES	24
3.4.NORMATIVA Y LEGISLACIÓN RELATIVA A LA CLASIFICACIÓN DE VEHÍCULOS	26
3.5.TIPOS DE HOMOLOGACIÓN DE VEHÍCULOS Y SUS COMPONENTES	29
3.6.NORMATIVA RELATIVA A LA HOMOLOGACIÓN DE LAS PROTECCIONES LATERALES	31
3.6.1. REQUISITOS	32
3.6.2. OTRAS CONSIDERACIONES	36
4. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO	37
4.1.VERIFICACIÓN DE LAS DIMENSIONES	38
4.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	38
4.1.2. DESCRIPCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS Y ÚTILES EMPLEADOS	42
4.1.2.1.PARA LA VERIFICACIÓN DE COTAS	42
4.1.2.2.PARA LA VERIFICACIÓN DE OTRAS DIMENSIONES	45



4.1.2.3.CÁLCULO DE LAS COTAS: DOCUMENTO SOPORTE	47
4.2.VERIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA	51
4.2.1. DISEÑO Y COMPOSICIÓN DE LAS PROTECCIONES LATERALES	52
4.2.2. ESTIMACIÓN DE LOS PUNTOS DE APLICACIÓN DE LA FUERZA DE COMPRESIÓN	54
4.2.3. PROTOTIPO DE ARIETE PARA LA VERIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA	55
4.2.3.1.PROPIEDADES DE LA NEUMÁTICA	55
4.2.3.2.CIRCUITOS Y ELEMENTOS DE CONTROL DEL ARIETE	57
4.2.3.3.CONTROL DE LA FUERZA EJERCIDA POR EL ARIETE	68
4.2.3.4.CABEZAL DEL ARIETE	70
4.2.3.5.CONTROL DE LA DEFORMACIÓN QUE EXPERIMENTA LA DEFORMACIÓN QUE EXPERIMENTA LA PROTECCIÓN LATERAL	72
4.2.3.6.MUEBLES AUXILIARES	74
4.2.3.7.POSICIÓN DEL ARIETE DURANTE EL ENSAYO	74
5. CONCESIÓN DE LA HOMOLOGACIÓN	76
6. PLIEGO DE CONDICIONES	79
6.1.CONDICIONES DE LAS INSTALACIONES PARA EL DESARROLLO DE LOS ENSAYOS	79
6.2.NORMAS DE EJECUCIÓN	79
6.3.SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	80
6.3.1. ALCANCE	80
6.3.2. PERSONAL Y PLAZO DE EJECUCIÓN	80
6.3.3. CALIDAD DE LOS MATERIALES	80
6.3.4. PREVENCIÓN DE RIESGOS LATERALES Y MEDIDAS DE SEGURIDAD	81
6.3.4.1.REVISIÓN Y MANTENIMIENTO	81
6.3.4.2.RÓTULOS, SEÑALES Y ADVERTENCIAS EN MÁQUINAS	81
6.3.4.3.RIESGOS LABORALES ASOCIADOS A LA ACTIVIDAD DESARROLLADA	81



6.3.4.4.PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES	82
6.3.4.4.1. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	82
6.3.4.4.2. PROTECCIONES COLECTIVAS	83
6.3.4.5.INSPECCIONES PERIÓDICAS Y FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES	84
6.4.OBLIGACIONES DE LAS PARTES AFECTAS	84
7. ESTUDIO ECONÓMICO	85
8. CONCLUSIONES	88
9. BIBLIOGRAFÍA	89

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Datos de producción y exportación españolas de vehículos industriales (Fuente: ANFAC)	12
Tabla 2.1. Cuadro resumen de los tipos de seguridad en los vehículos	17
Tabla 3.1. Clasificación de tipos de documentos legales según la vía de homologación	25
Tabla 3.2. Categorías "L" de vehículos y sus correspondientes características	26
Tabla 3.3. Categorías "M" de vehículos y sus correspondientes características	27
Tabla 3.4. Categorías "N" de vehículos (objeto de este estudio) y sus correspondientes características	27
Tabla 3.5. Categorías "O" de vehículos y sus correspondientes características	27
Tabla 3.6. Categorías "T" de vehículos y sus correspondientes características	28
Tabla 3.7. Cuadro resumen de tipos de homologación existentes	31
Tabla 3.8. Requisitos técnicos de cotas paralelas al plano longitudinal del vehículo de acuerdo al Reglamento CEPE 73	34
Tabla 3.9. Requisitos técnicos de cotas transversales según el Reglamento CEPE 73	35
Tabla 3.10. Requisitos técnicos de cotas perpendiculares al plano longitudinal del vehículo de acuerdo al Reglamento CEPE 73	35
Tabla 4.1. Valores de las cotas de posicionamiento de los sensores en la base de cemento	40
Tabla 4.2. Cálculo de las cotas perpendiculares al plano del vehículo en base a las mediciones realizadas	49
Tabla 4.3. Cálculo de las cotas perpendiculares al plano del vehículo en base a las mediciones realizadas	49
Tabla 4.4. Requisitos técnicos de cotas transversales según el Reglamento CEPE 73	50
Tabla 4.5. Ventajas y desventajas de la neumática	57
Tabla 4.6. Cotas del adaptador de rosca	69
Tabla 5.1. Cotas normalizadas de los números y letras de la marca de homologación.	77
Tabla 5.2. Cotas normalizadas de los números y letras del código de homologación.	77
Tabla 5.3. Cotas normalizadas de los números y letras de la variante de la variante de la marca de homologación para vehículos acogidos a más de un Reglamento	78

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Posible accidente por impacto lateral de ciclistas contra camión	12
Figura 2.1. Elementos de un vehículo categorizados como seguridad preventiva	14
Figura 2.2. Elementos de un vehículo categorizados como seguridad activa.	15
Figura 2.3. Elementos de un vehículo categorizados como seguridad pasiva	15
Figura 2.4. Protecciones laterales instaladas en vehículos industriales	16
Figura 2.5. Diversos accidentes de tráfico por impacto lateral automóvil-camión	17
Figura 2.6. Estado de la protección lateral, del vehículo y del camión con side guards tras impacto lateral	18
Figura 2.7. Diferentes diseños de protecciones laterales	19
Figura 2.8. Muestra de diseño de sideguard con función complementaria de porta-palets	20
Figura 2.9. Ejemplo de vehículo con función de protecciones laterales mediante otros elementos	20
Figura 3.1. El proceso español de fabricación de vehículos y sus componentes	23
Figura 3.2. Ejemplos de camiones tipo N2	23
Figura 3.3. Cotas límites del protector lateral paralelas al plano longitudinal del vehículo	33
Figura 3.4. Cotas transversales límites del protector lateral	33
Figura 3.5. Cotas límites del protector lateral perpendiculares al plano longitudinal del vehículo	34
Figura 4.1. Esquema básico del proceso de ensayo para la obtención de la homologación de los protectores	36
Figura 4.2 . Esquema básico de la posición de la herramienta y de la marca	37
Figura 4.3. Posicionamiento del camión cuando disponga de gran cabina hacia atrás	37
Figura 4.4. Posicionamiento del camión con respecto al sensor vertical en condiciones normales	37
Figura 4.5. Cotas de posicionamiento de los sensores en la base de cemento	39
Figura 4.6. Esquema del método de funcionamiento de las mediciones paralelas al plano longitudinal del vehículo	40
Figura 4.7 Sensor medidor láser para la verificación de cotas	41
Figura 4.8. Adaptador de los sensores, barra vertical de aluminio para la sujeción del sensor vertical y escuadras de fijación a la base de cemento	42
Figura 4.9. Posición de la placa auxiliar durante las mediciones paralelas al plano longitudinal del vehículo	42
Figura 4.10. Posición de la placa auxiliar durante las mediciones perpendicular al plano longitudinal del vehículo	42
Figura 4.11. Secuencia de mediciones paralelas al plano longitudinal del vehículo para camiones con cabina grande hacia atrás	43
Figura 4.12. Secuencia de mediciones paralelas al plano longitudinal del vehículo en condiciones normales	43
Figura 4.13. Secuencia de mediciones perpendiculares al plano longitudinal del vehículo	43
Figura 4.14. Útil para la verificación de las cotas límite transversales	44
Figura 4.15. Cotas límite transversales	44
Figura 4.16. Útil para la verificación de las cotas de las cantoneras	45
Figura 4.17. Útil para la verificación de las esquinas y bordes de las protecciones laterales	45



Figura 4.18. Útil para la verificación de remaches y pernos y principio de funcionamiento	46
Figura 4.19. Secuencia de mediciones perpendiculares al plano longitudinal del vehículo	47
Figura 4.20. Cotas límites del protector lateral perpendiculares al plano longitudinal del vehículo	47
Figura 4.21. Secuencia de mediciones paralelas al plano longitudinal del vehículo en condiciones normales	48
Figura 4.22. Cotas límites del protector lateral paralelas al plano longitudinal del vehículo	49
Figura 4.23. Diagrama conceptual de los requisitos necesarios para superar la verificación de la resistencia	50
Figura 4.24. Diseño más común de los side guards	51
Figura 4.25. Perfiles de sujeción al camión para protecciones abatibles y no abatibles	51
Figura 4.26. Modelización 3D del perfil de PVC de un protector lateral	52
Figura 4.27. Modelización 3D del perfil interior de aluminio de un protector lateral	52
Figura 4.28. Aproximación del travesaño a una viga de 3 vanos y 2 apoyos y deformadas de la misma bajo diferentes puntos de aplicación de la carga	53
Figura 4.28. Circuito electro-neumático de control del ariete	57
Figura 4.29. Símbolo normalizado de la fuente de alimentación de aire comprimido	57
Figura 4.30. Símbolo normalizado e imagen de un FRL	58
Figura 4.31. Símbolo normalizado e imagen de una válvula 5/3 accionada por relés y retorno por muelle	59
Figura 4.32. Funcionamiento de una válvula 5/3 con retorno por muelle	60
Figura 4.33. Representación normalizada, funcionamiento e imagen de una válvula antiretorno con estrangulación	61
Figura 4.34. Representación normalizada e imagen de un cilindro de doble efecto	62
Figura 4.36. Datos técnicos del cilindro	64
Figura 4.37. Símbolos normalizados de las fuentes de tensión	65
Figura 4.38. Mandos de control para el avance y el retroceso del cilindro	66
Figura 4.39. Balizas luminosas de seguridad apilables seleccionadas	66
Figura 4.40. Dinamómetro de compresión seleccionado	67
Figura 4.41. Esquema de conexión para el control de la fuerza ejercida	68
Figura 4.42. Adaptador de rosca	68
Figura 4.43. Barras para mecanizado y piezas mecanizadas de nylon	70
Figura 4.44. Cabezal de nylon del ariete	71
Figura 4.45. Medidor láser para el control de la deformación del protector lateral y su estructura de sujeción	72
Figura 4.46. Útil para verificación de la deformación y esquematización de posicionamiento respecto al side guard	72
Figura 5.1. Ejemplo de marca de homologación	76
Figura 5.2. Ejemplo del código de marca de homologación	76
Figura 5.3. Ejemplo de marca de homologación completa	76
Figura 5.4. Ejemplo de variante de marca de homologación para vehículos acogidos a más de un Reglamento	77
Figura 6.1. Señales de advertencia obligatorias asociadas a la actividad desarrollada	81
Figura 6.2. Señalización de los EPIS obligatorios	82



Figura 6.3. Señalización de protección colectiva

## ABREVIATURAS

- ❖ A: Amperios.
- ❖ ANFAC: Asociación Nacional de Fabricantes de Automóviles y Camiones.
- ❖ Cil: Cilindrada. Se trata de una característica que define la potencia de un motor. Es el volumen que recorren los pistones durante la carrera que existe entre el punto muerto superior y el punto muerto inferior (unidad de volumen).
- ❖  $\text{cm}^3$ : centímetros cúbicos (unidad de capacidad).
- ❖ Directiva 89/297: Directiva 89/297 CEE referente a la Protección lateral de determinados vehículos de motor y sus remolques.
- ❖ Directiva 70/156/CE: Directiva Europea de Homologación de Tipo de Vehículos.
- ❖ Directiva 2001/3/CE:
- ❖ Directiva 2002/24/CE:
- ❖ FACONAUTO: Federación de Asociaciones de Concesionarios de la Automoción.
- ❖ INE: Instituto Nacional de Estadística.
- ❖ Kg: kilogramos (unidad de masa).
- ❖ Km/h: kilómetros por hora (unidad de velocidad).
- ❖ KW: kilovatios (unidad de potencia)
- ❖ mm: milímetros (unidad de longitud).
- ❖ MMTA: Masa máxima en carga técnicamente admisible. Es aquella que determina la categoría de un vehículo y con la que se realizan los ensayos.
- ❖ OMS: Organización Mundial de la Salud
- ❖ ONU: Organización de la Naciones Unidas.
- ❖ PIB: Producto Interior Bruto.

- ❖ R.D.: Real Decreto.
- ❖ Real Decreto 1457/1986: Real Decreto 1457/1986, de 10 de enero, por el que se regulan la actividad industrial y la prestación de servicios en los talleres de reparación de vehículos automóviles, de sus equipos y componentes.
- ❖ R.D. 2028/86: Real Decreto 2028/1986, de 6 de junio, por el que se establecen las normas para aplicación de Directivas comunitarias relativas a la homologación de tipos de vehículos, remolques, semirremolques y sus partes y piezas.
- ❖ Reglamento nº 73:
- ❖ TARA: Masa del vehículo, con su equipo fijo autorizado, sin personal de servicio, pasajeros ni carga, y con su dotación completa de agua, combustible, lubricante, repuestos, herramientas y accesorios necesarios.
- ❖ UE: Unión Europea.
- ❖ V: voltios.
- ❖ Válvula 3/2: válvula de 3 vías y 2 posiciones.
- ❖ Válvula 5/3: válvula de 5 vías y 3 posiciones.



## 1. INTRODUCCIÓN

La ley española define en el tercer artículo de la Directiva 2007/46/CE<sup>1</sup> el concepto de vehículo como “todo vehículo de motor o sus remolques”.

Si en el mismo documento se consultan las descripciones correspondientes a “vehículo de motor” y a “remolques” se encuentra:

- ❖ “«vehículo de motor»: todo vehículo autopropulsado que se mueva por sus propios medios, que tenga por lo menos cuatro ruedas, ya sea completo, completado o incompleto, y con una velocidad máxima de diseño superior a 25 km/h.”
- ❖ “«remolque»: todo vehículo con ruedas no autopropulsado diseñado y fabricado para ser remolcado por un vehículo de motor.”

Así pues un vehículo deberá cumplir principalmente estas cuatro condiciones:

- ❖ Capacidad de transportar personas o cosas.
- ❖ Poseer medios propios de propulsión mecánica o, en su defecto, capacidad para ser remolcado.
- ❖ Circular sin raíles.
- ❖ Ser capaz de circular por las vías públicas.

La industria automovilística en España es un importante impulsor de la economía. Según los datos aportados por la Asociación Nacional de Fabricantes de Automóviles y Camiones (ANFAC), durante el año 2014 la exportación de piezas y vehículos supuso un 3% del Producto Interior Bruto (PIB). Actualmente la industria automovilística española ocupa el octavo puesto a nivel mundial, dejando detrás incluso a Brasil.

A continuación se muestran una serie de gráficos aportados por ANFAC que resumen las cifras de exportaciones y la fabricación durante los meses de 2015 de vehículos industriales:

	EXPORTACIÓN ESPAÑOLA 2015				PRODUCCIÓN EN ESPAÑA 2015			
	MAYO		ENERO-MAYO		MAYO		ENERO-MAYO	
	UNIDADES	%15/14	UNIDADES	%15/14	UNIDADES	%15/14	UNIDADES	%15/14
<b>TODOTERRENOS</b>	<b>2.112</b>	<b>-40,29</b>	<b>9.781</b>	<b>-38,83</b>	<b>2.144</b>	<b>-41,91</b>	<b>9.988</b>	<b>-39,02</b>
<b>VEH. COMERCIALES E INDUSTRIALES</b>								
COMERCIALES LIGEROS	21.090	28,91	94.779	7,42	23.523	32,22	102.841	6,28
FURGONES	11.865	-27,19	47.492	-35,96	21.806	-20,48	95.199	-18,42
INDUSTRIALES LIGEROS	2.381	-33,92	6.944	-58,81	3.139	-30,29	10.993	-33,48
INDUSTRIALES PESADOS	899	7,79	3.274	6,75	989	-8,09	3.860	-53,04
TRACTOCAMIONES	1.087	-1,27	4.852	2,80	1.529	71,22	6.146	37,46
<b>COMERCIALES E INDUSTRIALES</b>	<b>37.322</b>	<b>-2,28</b>	<b>157.341</b>	<b>-15,88</b>	<b>50.986</b>	<b>-1,35</b>	<b>219.039</b>	<b>-9,74</b>

Tabla 1.1. Datos de producción y exportación españolas de vehículos industriales (Fuente: ANFAC)

<sup>1</sup>“Directiva 2007/46/CE por la que se crea un marco para la homologación de los vehículos de motor y de los remolques, sistemas, componentes y unidades técnicas independientes destinados a dichos vehículos. Artículo 3: Definiciones ”

Los últimos datos aportados por el Ministerio de Fomento indican que en el año de 2014 en España hubo un total de 161.328 de empresas que obtuvieron el consentimiento para el transporte de mercancías por carretera. Dicha actividad se llevó a cabo mediante 416.868 vehículos, contemplando tanto transporte privado como público, de los cuales algo menos el 35% son pertenecientes a la categoría N2 objeto de estudio del presente proyecto.

Para poder cuantificar la movilidad del transporte por carretera se suele utilizar con frecuencia, entre otras, la unidad “toneladas kilómetro”. Dicha unidad hace referencia al desplazamiento de una tonelada a una distancia de 1 kilómetro. Para calcularla se debe multiplicar la distancia recorrida por las toneladas de mercancía transportadas para cada desplazamiento. Conociendo el significado de dicha unidad estadística, cabe destacar que en el pasado año los vehículos industriales transportaron por la red de carreteras española 195.763 millones de toneladas kilómetro de mercancías.

A pesar de la cantidad de requisitos legales establecidos para la conservación de la seguridad en el transporte de mercancías por carretera, es posible detectar el elevado riesgo de siniestralidad que conlleva esta actividad. El cansancio, las prisas, la falta de atención debido a la monotonía y las distracciones y descuidos son solo algunas de las actitudes típicas que causan los accidentes de este tipo de vehículos. Asimismo la falta de visibilidad conlleva el riesgo de que en los desplazamientos urbanos e interurbanos peatones, motoristas o ciclistas queden bajo el lateral del camión

Es en este marco y con el fin de lograr mayor seguridad en todo tipo de desplazamientos por lo que la ley ha procedido a exigir que todas las categorías de vehículos de mayor peso dispongan obligatoriamente de los dispositivos de protección lateral o side guards.



**Figura 1.1. Posible accidente por impacto lateral de ciclistas contra camión**

En el presente proyecto se pretende describir y establecer el proceso necesario para garantizar la calidad de dichos componentes en lo relativo a los vehículos de tipo N2, y, de esta manera, proteger a los usuarios de las carreteras, especialmente a los no protegidos (motoristas, ciclistas y peatones).

Para poder garantizar la calidad de dichos dispositivos será necesario someterlos a una serie de pruebas para verificar que los mismos cumplen con las condiciones mínimas requeridas mediante legislación. Dicho proceso es conocido como homologación de dispositivos de protección lateral.

Actualmente España experimenta un cambio progresivo en lo relativo a la legislación de todo el proceso de homologación de los vehículos y sus componentes. Dicho cambio responde a la necesidad de adaptarse a la reglamentación de la Comunidad Económica Europea así como de las Naciones Unidas.

El objetivo del presente proyecto es también el de guiar al usuario que tenga necesidad de ello en todo el proceso de homologación de side guards.

## 2. OBJETIVOS Y DESARROLLO DEL PROYECTO

### 2.1. LA SEGURIDAD EN LOS VEHÍCULOS

Tal y como se ha comentado con anterioridad, el vehículo automóvil es el principal medio de transporte en la sociedad actual. Según los últimos datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) el 77.4% de las familias españolas disponen de al menos un vehículo. El mismo estudio nos revela que la media nacional es de 2 automóviles por cada hogar. El éxito de este medio de transporte se debe en parte a que proporciona al conductor autonomía, rapidez y facilidad de movimiento en sus desplazamientos. Además de la comodidad que ofrece a la hora de realizar trayectos existen factores sociológicos que favorecen el auge de los vehículos, ya que para los habitantes de los países desarrollados disponer de un vehículo propio es un símbolo de poder adquisitivo y prestigio social.

La accesibilidad y disponibilidad actual del uso de los automóviles ha conllevado a un problema principal: la pérdida de vidas humanas debido a los accidentes. Este panorama crea la necesidad de implementar una serie de elementos que consigan que las personas se desplacen de manera segura. La seguridad en un vehículo puede catalogarse de acuerdo a diversos factores, estableciéndose así tres clasificaciones de los sistemas de seguridad de un vehículo:

#### ❖ Seguridad Preventiva

Los elementos clasificados como de seguridad preventiva están destinados especialmente a facilitar un entorno cómodo al conductor y al resto de ocupantes. La climatización del habitáculo, la ergonomía y comodidad de los asientos, la posición del puesto de conducción así como los dispositivos destinados a una correcta iluminación del pavimento, son solo algunos de los elementos que favorecen la concentración del conductor en el tráfico y evitan de esta forma que se produzcan accidentes.



Figura 2.1. Elementos de un vehículo categorizados como seguridad preventiva



### ❖ Seguridad Activa

Este concepto hace referencia a aquellos sistemas destinados al control de la forma en la que el vehículo mantiene su estabilidad en condiciones de aceleración, marcha y frenada. El papel principal que desempeñan los elementos contenidos en esta clasificación es el de eludir que se produzca un accidente. Algunos ejemplos son el A.B.S (Anti-skid Brake System, es decir, sistema de frenos antideslizantes), el A.S.R (control electrónico de tracción) o el E.S.P (Electronic Stability Program, sistema electrónico capaz de corregir la pérdida de trayectoria del vehículo), los neumáticos, el sistema de transmisión o un motor con buenas prestaciones.

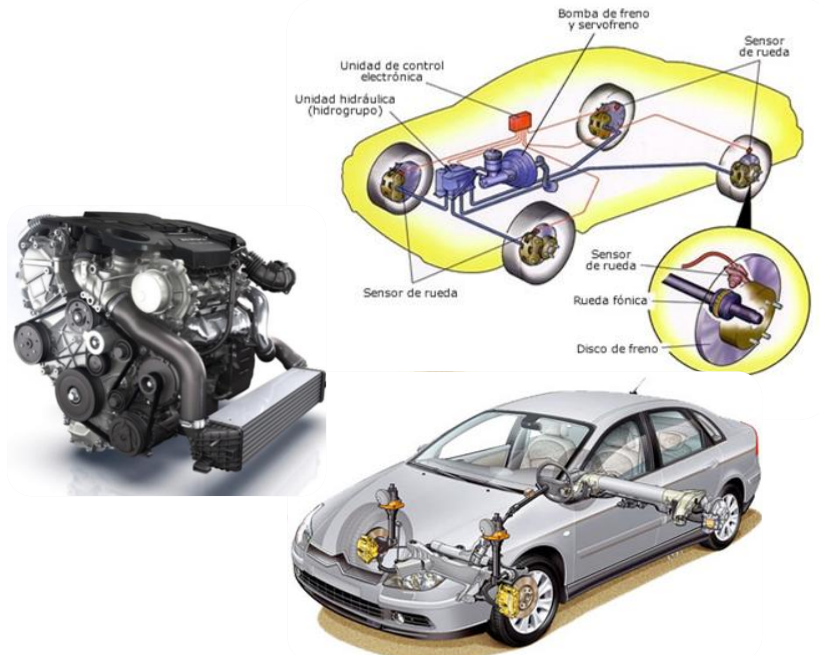


Figura 2.2. Elementos de un vehículo categorizados como seguridad activa.

### ❖ Seguridad Pasiva

Se definen elementos de seguridad pasiva a aquellos cuya misión es evitar o disminuir en la medida de lo posible las lesiones de los ocupantes del vehículo cuando se produce un accidente de tráfico. El airbag, los cinturones de seguridad, el acristalado, el paragolpes o la misma carrocería son sólo algunos de los dispositivos pertenecientes a esta categoría.



Figura 2.3. Elementos de un vehículo categorizados como seguridad pasiva

SEGURIDAD	OBJETIVO	EJEMPLO
<b>ACTIVA</b>	Evitar accidentes. Son elementos de control de la estabilidad del vehículo en orden de marcha, aceleración y frenada.	Sistema de frenado
<b>PASIVA</b>	Eludir o disminuir en lo posible las lesiones cuando ocurre un accidente de tráfico	Cinturón de seguridad
<b>PREVENTIVA</b>	Crear un entorno cómodo que favorezca la concentración del conductor.	Sistema de climatización del habitáculo

Tabla 2.1. Cuadro resumen de los tipos de seguridad en los vehículos

Una vez que se ha presentado la clasificación empleada para catalogar los elementos de seguridad de un vehículo, se puede establecer que las protecciones laterales o side guards, protagonistas del presente proyecto, se encuentran dentro del grupo de seguridad pasiva.

## 2.2.PROTECCIONES LATERALES:QUÉ SON Y PARA QUE SIRVEN

La realidad actual de la elevada siniestralidad en las carreteras a nivel mundial ha hecho que los gobiernos de muchos países hayan establecido una serie de legislaciones más estrictas. El objetivo es el de exigir de esta manera a los fabricantes de automóviles que se cumplan un conjunto de requisitos mínimos e indispensables para la protección de la seguridad ciudadana. Es en este marco en el que se llevan a cabo los ensayos de homologación, cuya meta es la verificación del cumplimiento de dichos requerimientos obligatorios.

En el ámbito del diseño estructural de los vehículos industriales se establecieron como medidas de seguridad adicionales, entre otras, una serie de dispositivos anti empotramiento entre los que se hallan las protecciones laterales o “side guards”.



Figura 2.4. Protecciones laterales instaladas en vehículos industriales

Las protecciones laterales son estructuras colocadas en los laterales del camión con el fin de impedir que otro vehículo automóvil, ciclista o viandante quede bajo las ruedas del camión en caso de impacto lateral debido a la diferencia de altura entre ambos.

Un estudio publicado en el año 2004 por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Banco Mundial<sup>2</sup> estima que la colocación de dichas protecciones reduce hasta un 12% la defunción de los pasajeros en el caso de choque lateral con vehículos más ligeros. En Estados Unidos esta medida de seguridad aún no es obligatoria por lo que se están llevando a cabo grandes campañas de concienciación de la necesidad de las mismas, poniendo como claro ejemplo a imitar a Europa, China, Australia o Nueva Zelanda.

A continuación se muestran una serie de imágenes de accidentes de tráfico en los que se ha producido el impacto lateral de un turismo con un vehículo industrial. Si las estudiamos con detenimiento podemos observar, ante todo, la diferencia de altura entre ambos vehículos. La altura entre la caja del camión y el pavimento es la justa para que el parachoques y el capó del turismo penetren en su totalidad, quedando seccionada la zona del habitáculo. Ante estos hechos queda claro que la vida del conductor del vehículo más pequeño corre grave peligro, teniendo como desenlace final la muerte del mismo en la mayoría de los casos debido a la gravedad de tal impacto.



**Figura 2.5. Diversos accidentes de tráfico por impacto lateral automóvil-camión**

<sup>2</sup> “Informe mundial sobre prevención de los traumatismos causados por el tránsito”.



Pero no sólo son turismos los que quedan atrapados bajo el camión. A menudo suele darse la circunstancia de que sean motoristas, ciclistas o incluso peatones los que sufran la misma suerte. Observando los daños que experimenta un vehículo, podemos hacernos a la idea perfectamente de lo que ocurrirá en el caso de que sea uno de los grupos anteriores el que reciba el impacto.

Por lo tanto, la misión principal de los dispositivos de protección lateral es impedir que cualquier vehículo o persona pueda penetrar bajo el camión, así como absorber parte de la energía del choque para que no quede seccionado el vehículo. A continuación se muestran unas imágenes del estado en el que se hallan un camión que disponía de protecciones laterales y un vehículo Ford Explorer tras sufrir un impacto lateral. Si se comparan con las fotografías expuestas anteriormente en las que los vehículos de mayor tamaño no disponían de este elemento de seguridad queda totalmente demostrada la efectividad y necesidad de dichos dispositivos a la hora de proteger la vida de las personas.



**Figura 2.6.** Estado de la protección lateral, del vehículo y del camión con side guards tras impacto lateral

Con el fin de llevar a cabo tal cometido, los fabricantes de side guards dirigen sus esfuerzos a optimizar el diseño de este tipo de dispositivos de seguridad. La meta es conseguir que las protecciones laterales cumplan los requisitos impuestos por la ley al menor coste económico de confección posible, como es habitual en el ámbito de la ingeniería. De esta manera en el mercado se ofertan protecciones laterales elaboradas en distintos materiales como pueden ser el acero, el aluminio, el PVC, fibra de vidrio, resinas, materiales compuestos o incluso una combinación de varios de los ya citados.



**Figura 2.7. Diferentes diseños de protecciones laterales**

No son solo los materiales empleados para la producción de los componentes de las protecciones lo que varía de una marca a otra, también las formas son diferentes. La razón por la que existe este tipo de heterogeneidad en los diseños de los perfiles no solo responde a funciones económicas o estéticas, si no que se contemplan otro tipo de factores que logren que los fabricantes se hagan un hueco en el mercado. La clave está en conseguir hacer los propios side guards más atractivos, diferenciándose claramente de los otros para lograr desbancar al resto de competidores. De esta manera se proyectan para adecuarse a tomar otras funciones altamente valorables por el cliente como son: protección del depósito de combustible y otros elementos, porta-palets, porta-herramientas o, incluso, reducir el consumo de combustible mediante el uso de los principios de la aerodinámica para reducir la resistencia del aire en favor del desplazamiento del camión.

En las siguientes imágenes se muestra un claro ejemplo de este hecho, donde en un vehículo industrial destinado al transporte de mercancías lleva instalado una clase de anti ciclistas completamente plano. En condiciones de marcha normales la protección lateral se encuentra en su posición original, siendo una superficie vertical lisa y continua que impide que ningún vehículo o persona quede bajo el vehículo. Sin embargo, con el camión parado dicho sideguard es abatible, siendo una especie de tapa que al levantarla revela un cajón porta-palets.



Figura 2.8. Muestra de diseño de sideguard con función complementaria de porta-palets

La siguiente grúa es otro ejemplo de esto mismo. En el lateral derecho son cajones porta-herramientas los que ejercen la función de este tipo de dispositivos de seguridad. De esta manera cumplen la normativa establecida a la vez que ofrecen otra clase de servicios prácticos.



Figura 2.9. Ejemplo de vehículo con función de protecciones laterales mediante otros elementos

## 2.3.OBJETIVOS

Ya se ha establecido anteriormente el aumento de la seguridad en las carreteras gracias a los side guards. No obstante, dichos dispositivos siempre pueden fallar en algún momento de su vida útil y no llegar a desarrollar su trabajo correctamente, cediendo ante un impacto lateral.

Con el fin de que dichos dispositivos sean lo más seguros posible y cumplan una serie de requisitos mínimos, la ley establece que ha de realizarse un proceso de verificación de la capacidad de los mismos. El objetivo de este estudio es el diseño de un proceso de ensayo en laboratorio alternativo a lo que se realiza actualmente en los servicios técnicos de homologación. Dicho proceso está destinado a la obtención del certificado de homologación de las protecciones laterales de vehículos tipo N2. Asimismo se pretende guiar en el parte administrativa de dicho proceso detallando los documentos requeridos y expedidos mediante este proceso.

En la primera parte del presente trabajo se desea dar a conocer el marco legal que engloba la homologación de vehículos y sus componentes. Para lograrlo se especifican los diferentes tipos de documentos legales que emiten los requisitos técnicos, administrativos y temporales para tal proceso. También se detallan e interpretan las reglamentaciones específicas de la clasificación de vehículos, para poder conocer las características de los vehículos objeto de este ensayo. Además de lo ya citado, también se informa acerca de los diferentes procedimientos de homologación existentes en este momento, las reglamentaciones específicas referidas a los anticiclitas y sus requisitos para con los mismos.

El siguiente punto del que consta el proyecto es el que habla acerca del proceso de homologación de los side guard en sí mismo. Se explica de manera detallada la metodología a seguir así como los útiles, herramientas y máquinas diseñados para tal fin.

A continuación se procede a detallar las características y formato tanto del expediente de homologación como de la marca de homologación que será concedido al cliente en caso de que su dispositivo supere de manera satisfactoria el proceso de ensayo.

En el estudio desarrollado se ha incluido un capítulo denominado pliego de condiciones donde se apuntan y detallan características básicas asociadas al proceso de homologación diseñado. Las condiciones mínimas requeridas del laboratorio, las normas de seguridad para el desarrollo de la actividad, los plazos de ejecución o las responsabilidades son algunas de las informaciones descritas en dicho capítulo.

Se incluye un apartado donde se hace un cálculo económico tanto del servicio de homologación como de las herramientas diseñadas para llevar a cabo las pruebas técnicas en el laboratorio.

Finalmente se destina un capítulo del trabajo a un resumen con las conclusiones obtenidas en el desarrollo del mismo.



### **3. ESTADO DEL ARTE**

#### **3.1.INTRODUCCIÓN**

Se ha especificado que para poder comercializar un vehículo industrial equipado con protecciones laterales, el diseño del mismo debe ajustarse a los requisitos técnicos impuestos por los gobiernos en las legislaciones de seguridad y medio ambiente.

Actualmente países como Estados Unidos o Canadá están llevando a cabo grandes campañas de concienciación y luchan por conseguir que los dispositivos anticiclistas sean de carácter obligatorio, poniendo como ejemplo a seguir a otras naciones como Europa y Japón, donde dichas medidas de seguridad se consideran equipamiento estándar obligatorio de los camiones desde los años 80.

#### **3.2.EL PROCESO DE HOMOLOGACIÓN DE VEHÍCULOS Y SUS COMPONENTES**

Con el fin de que el trabajo al que va enfocado este proyecto se desarrolle de una manera óptima, es necesario conocer el marco legal correspondiente a la homologación de vehículos del país o nación donde se quiera comercializar el producto.

Se conoce como homologación al proceso administrativo de verificación del cumplimiento de los requisitos legales que debe acatar un vehículo o elemento del mismo. Concretamente la homologación de los vehículos recibe la denominación de “homologación de tipo”. Este procedimiento debe ser certificado por una Autoridad de homologación (Directiva 2007/46/CE), en el caso de España es el Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Dicha Directiva también establece que la Autoridad de homologación de un Estado designa una serie de laboratorios oficiales para llevar a cabo los ensayos necesarios para la verificación del cumplimiento de las disposiciones técnicas, las cuales deben ser registradas con su nombre y dirección en la Secretaría General de las Naciones Unidas (punto 13 del Reglamento CEPE nº 73). Algunos de los Servicios Técnicos de homologación más famosos de España son Applus Idiada e INTA (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial).

En la siguiente página se muestra un esquema que define el proceso español de fabricación de vehículos y sus componentes.



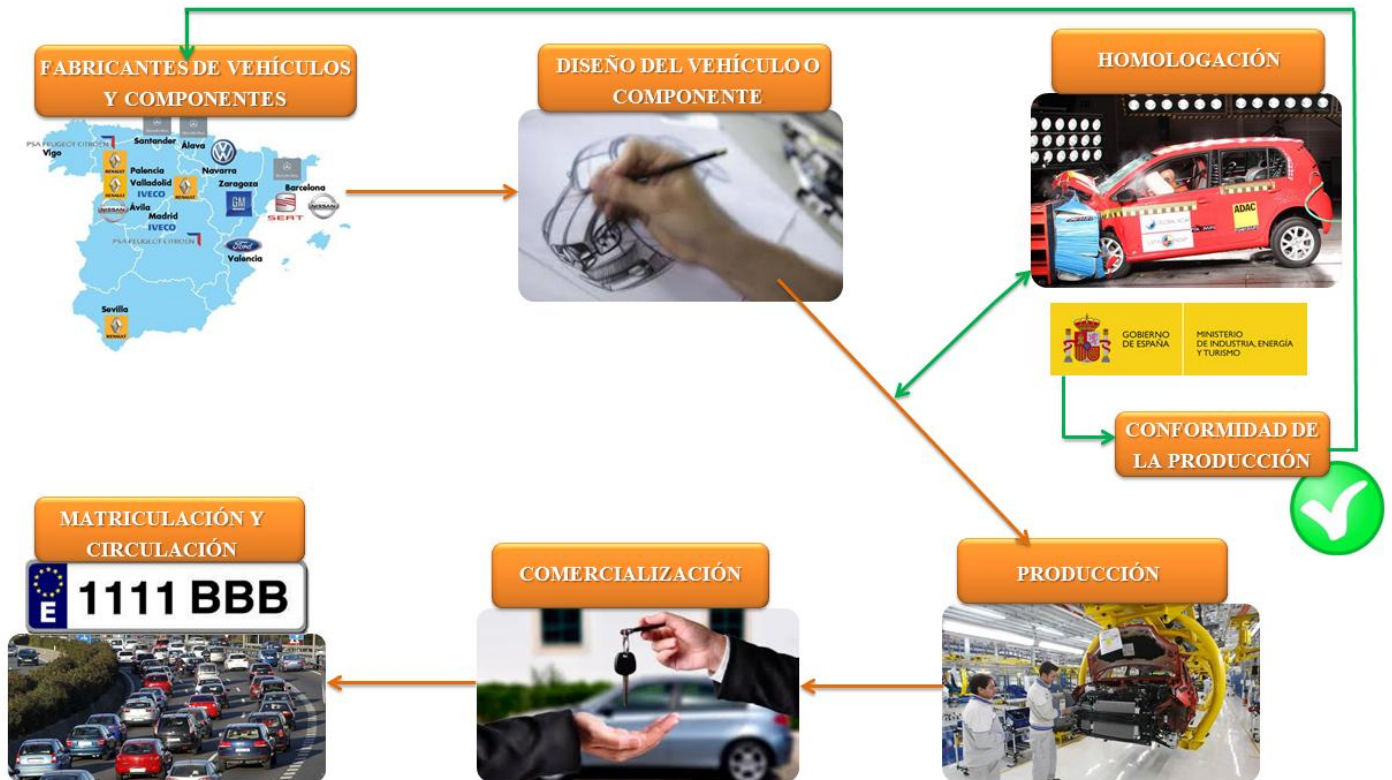


Figura 3.1. El proceso español de fabricación de vehículos y sus componentes

Una vez que se ha demostrado que el vehículo, sistema, unidad técnica independiente o componente sometido a los ensayos de homologación cumple todos los requisitos que exige la ley, el laboratorio expide un certificado de homologación y le asocia un código o contraseña de homologación. Dicha clave tiene un formato normalizado dependiendo de la reglamentación a la que esté acogido el proceso de ensayo.

### 3.3. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN RELATIVA A LA HOMOLOGACIÓN DE VEHÍCULOS Y SUS COMPONENTES

Como ya se ha comentado en varias ocasiones a lo largo de este trabajo, es completamente indispensable conocer la legislación que rigen todo el proceso de homologación para poder desarrollar de manera correcta este estudio.

Se puede distinguir la existencia de dos vías de homologación distintas:

- ❖ La Unión Europea: Las normativas acogidas a este marco se difunden desde Bruselas y afectan a todos los vehículos que quieran comercializarse en toda la UE. Todas tienen carácter obligatorio. Si se decide seguir esta manera de homologación se pueden encontrar dos tipos distintos de documentos:

- **Directivas UE:** Las directivas UE son normas obligatorias que necesitan ser adaptadas (transpuestas) a la legislación nacional de cada uno de los países acogidos a la Unión Europea. El plazo de tiempo para la transposición está definido en la propia directiva. La nomenclatura que caracteriza a las directivas es “Directiva año de publicación/nº de orden correlativo de la Directiva publicada dentro de ese año/ CEE”.
- **Reglamentos CEE:** es un tipo de legislación directamente obligatorio inmediato, es decir, sin necesidad de un proceso de adaptación a cada país de la UE. En general, suelen quedar para enumerar las fechas de aplicación y los aspectos generales del mismo. Su nomenclatura tiene formato “R(CE)”.
- ❖ **Las Naciones Unidas:** Este tipo de reglamentación son de carácter voluntario y se denominan reglamentos con formato “Reglamento UN/ECE o CEPE”. Cada país es el que decide las fechas y la manera de aplicación de las mismas. En España esta información se notifica a través del Real Decreto 2028<sup>3</sup>. Los países que están acogidos a esta vía de homologación son todos aquellos miembros del acuerdo de Ginebra de 1958.



**Tabla 3.1. Clasificación de tipos de documentos legales según la vía de homologación**

<sup>3</sup> “Real Decreto 2028/1986, de 6 de junio, por el que se establecen las normas para aplicación de Directivas comunitarias relativas a la homologación de tipos de vehículos, remolques, semirremolques y sus partes y piezas.”

### 3.4. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN RELATIVA A LA CLASIFICACIÓN DE VEHÍCULOS

Para poder desarrollar un proyecto adecuado y óptimo para las condiciones impuestas, en primer lugar se deberá conocer cuáles son las características de la clase de vehículos a las que va enfocado este estudio. Tanto el R.D. 2028/86, como las siguientes directivas clasifican los vehículos por categorías:

- ❖ Directiva 70/156/CEE
- ❖ Directiva 2001/3/CE
- ❖ Directiva 2002/24/CE

A continuación se exponen una serie de tablas donde se reflejan las cualidades de las que dispone cada una de las clases establecidas por la legislación vigente:

CATEGORÍAS POR CRITERIO DE HOMOLOGACIÓN	DESCRIPCIÓN
<b>Categoría L</b>	Vehículos de motor de 2 o 3 ruedas, gemelas o no, y cuadriciclos destinados a circular por carretera.
<b>Categoría L1e</b>	Ciclomotores: Vehículos de 2 ruedas, velocidad máxima 45 Km/h con $Cil \leq 50 \text{ cm}^3$ o potencia continua nominal máxima $\leq 4 \text{ KW}$ (motores eléctricos).
<b>Categoría L2e</b>	Vehículos de 3 ruedas, velocidad máxima 45 Km/h con $Cil \leq 50 \text{ cm}^3$ o potencia continua nominal máxima $\leq 4 \text{ KW}$ (motores eléctricos).
<b>Categoría L3e</b>	Motocicletas: Vehículos de 2 ruedas sin sidecar, velocidad máxima $> 45 \text{ Km/h}$ con $Cil > 50 \text{ cm}^3$ .
<b>Categoría L4e</b>	Vehículos de 2 ruedas con sidecar, velocidad máxima $> 45 \text{ Km/h}$ con $Cil > 50 \text{ cm}^3$ .
<b>Categoría L5e</b>	Vehículos de 3 ruedas simétricas, velocidad máxima $> 45 \text{ Km/h}$ con $Cil > 50 \text{ cm}^3$ .
<b>Categoría L6e</b>	Cuadriciclos ligeros con Tara $\leq 350 \text{ Kg}$ , velocidad máxima $> 45 \text{ Km/h}$ y $Cil > 50 \text{ cm}^3$ o potencia máxima $\leq 4 \text{ KW}$ .
<b>Categoría L7e</b>	Cuadriciclos ligeros con Tara $\leq 400 \text{ Kg}$ ( $\leq 550 \text{ Kg}$ para vehículos de transporte de mercancías) y potencia máxima $\geq 4 \text{ KW}$ .

Tabla 3.2. Categorías "L" de vehículos y sus correspondientes características

CATEGORÍAS POR CRITERIO DE HOMOLOGACIÓN	DESCRIPCIÓN
<b>Categoría M</b>	Vehículos de motor destinados al transporte de personas y que tengan al menos 4 ruedas.
<b>Categoría M1</b>	$\leq 9$ plazas incluido el conductor.
<b>Categoría M2</b>	$> 9$ plazas incluido el conductor y $MMTA \leq 5.000 \text{ Kg}$
<b>Categoría M3</b>	$> 9$ plazas incluido el conductor y $MMTA > 5.000 \text{ Kg}$

Tabla 3.3. Categorías "M" de vehículos y sus correspondientes características

CATEGORÍAS POR CRITERIO DE HOMOLOGACIÓN	DESCRIPCIÓN
<b>Categoría N</b>	Vehículos de motor destinados al transporte de mercancías y que tengan al menos 4 ruedas.
<b>Categoría N1</b>	$MMTA \leq 3.500 \text{ Kg}$
<b>CATEGORÍA N2</b>	$3.500 \text{ Kg} \leq MMTA \leq 12.000 \text{ Kg}$
<b>Categoría N3</b>	$MMTA > 12.000 \text{ Kg}$

Tabla 3.4. Categorías "N" de vehículos (objeto de este estudio) y sus correspondientes características

CATEGORÍAS POR CRITERIO DE HOMOLOGACIÓN	DESCRIPCIÓN
<b>Categoría O</b>	Remolques (incluidos los semirremolques).
<b>Categoría O1</b>	$MMTA \leq 750 \text{ Kg}$
<b>Categoría O2</b>	$750 \text{ Kg} \leq MMTA \leq 3.500 \text{ Kg}$
<b>Categoría O3</b>	$3.500 \text{ Kg} \leq MMTA \leq 10.000 \text{ Kg}$
<b>Categoría O4</b>	$MMTA > 10.000 \text{ Kg}$

Tabla 3.5. Categorías "O" de vehículos y sus correspondientes características

CATEGORÍAS POR CRITERIO DE HOMOLOGACIÓN	DESCRIPCIÓN
<b>Categoría T</b>	Vehículos especiales de 2 o más ejes, concebidos y contruidos para arrastrar, empujar, llevar o accionar aperos, maquinaria o remolques agrícolas.
<b>Categoría T1</b>	Tractores de ruedas con una velocidad máxima $\leq 40$ Km/h, ancho vía $\geq 1150$ mm al menos en un eje, tara $\geq 600$ Kg y altura libre sobre el suelo $\leq 1000$ mm.
<b>Categoría T2</b>	Tractores de ruedas con una velocidad máxima $\leq 40$ Km/h, ancho vía $< 1150$ mm al menos en un eje, tara $> 600$ Kg y altura libre sobre el suelo $\leq 600$ mm.
<b>Categoría T3</b>	Tractores de ruedas con una velocidad máxima $\leq 40$ Km/h y tara $\geq 600$ Kg.
<b>Categoría T4</b>	Otros tractores con una velocidad máxima $\leq 40$ Km/h.

Tabla 3.6. Categorías "T" de vehículos y sus correspondientes características

En la tabla 3.4.se ha resaltado la categoría correspondiente al tipo de vehículo al que va destinado el procedimiento del ensayo desarrollado. Los vehículos pertenecientes a la categoría N2 se caracterizan por estar destinados al transporte de mercancías (vehículos de carácter industrial) así como por disponer de una masa máxima superior a 3.5 toneladas pero inferior o igual a 12 toneladas.



Figura 3.2. Ejemplos de camiones tipo N2

Se define MMTA como la masa máxima en carga técnicamente admisible y viene especificada por el fabricante. Dicha carga es con la cual se realizan todos los ensayos sobre este tipo de vehículos industriales, ya que está basada en las características de construcción de los mismos. Se calcula como la suma de la capacidad de carga del camión en cuestión y

la tara (masa del vehículo con su equipo fijo autorizado, sin personal de servicio, pasajeros ni carga y con su dotación completa de agua, combustible, lubricante, repuestos, herramientas y accesorios necesarios, según el Reglamento General de Vehículos en el “Anexo IX: Masas y dimensiones, punto 1. Definiciones del mismo.”

### 3.5.TIPOS DE HOMOLOGACIÓN DE VEHÍCULOS Y SUS COMPONENTES

Como ya se ha comentado, la homologación de un vehículo o de los componentes del mismo se define como el “procedimiento administrativo por el que una Autoridad Responsable de Homologación verifica que un prototipo de vehículo o componente cumple los requisitos reglamentarios antes de su puesta en circulación”. Para conocer los procesos administrativos normalizados relativos a la homologación de las protecciones laterales se debe recurrir a la Directiva Europea de Tipo de Vehículos (EWVTA), la cual se encuentra definida en la Directiva 70/156/CEE<sup>4</sup>.

En dicha Directiva se detallan las directrices ya mencionadas necesarias para la homologación de los sistemas, componentes y unidades técnicas independientes destinados a los vehículos de todas las categorías que se fabrican en una o varias fases. Esta directiva tiene como fin el facilitar la venta y puesta en servicio de dichos elementos dentro de la Comunidad Europea.

La Directiva ya citada clasifica según diferentes criterios o categorías los tipos de homologación existentes. Si se atiende a la clasificación del formato de homologación, se encuentran los siguientes tipos:

- ❖ Homologación de tipo Europeo: Dicha vía de homologación es aplicada por el fabricante. Se acoge a un formato normalizado de contraseña el cual se especifica, a parte del número asignado por el fabricante, el número correspondiente al Estado miembro de la Comunidad Europea donde se lleva a cabo y el nombre de la directiva a la que se acoge.
- ❖ Pequeña serie nacional: la Directiva contempla que este formato de homologación solamente es aplicable para un número de 250 unidades de vehículos pertenecientes a las categorías N2 y N3 o sus componentes. La contraseña relativa a este tipo de homologación tiene un formato específico y es asignada por el fabricante del componente o vehículo.
- ❖ Homologación individual: Se homologa un solo componente o vehículo y puede ser asignada tanto a través de un servicio técnico de homologaciones como del propio fabricante. No tiene un formato de contraseña normalizado.

<sup>4</sup> “Directiva 70/156/CEE: Homologación de tipo de vehículos y sus remolques con excepción de(motocicletas y sus derivados y la maquinaria agrícola) y sus correspondientes modificaciones posteriores”



Cuando se estudian las categorías de homologación existentes en base al procedimiento o vías para poder conseguirlas, se diferencian tres clasificaciones:

- ❖ Homologación por etapas: A través de diversas etapas de ensayo y verificaciones se consigue el conjunto completo de certificados de homologación. En la fase final se consigue la homologación del vehículo completo. Es en este grupo donde se engloba el proceso de homologación de los dispositivos de protección lateral objeto de este estudio.
- ❖ Homologación en una sola vez: Se obtiene de una sola vez el certificado de homologación del vehículo o sistema perteneciente al mismo.
- ❖ Homologación mixta: se define homologación mixta como el procedimiento por etapas en el que la homologación de uno o más sistemas o componentes se expide en la fase final de homologación del vehículo completo. De esta forma no se necesita expedir certificados de homologación de tipo CE para los mencionados componentes o sistemas.

En último lugar, atendiendo al alcance de la homologación se pueden encontrar la siguiente clasificación:

- ❖ Fabricación de vehículo completo: La homologación del mismo solamente es emitida cuando el vehículo está completo. Se considera un vehículo completo “todo vehículo que no necesite ser completado para que cumpla los requisitos técnicos pertinentes” especificados en la directiva.
- ❖ Fabricación multifase: Este tipo de fabricación es el empleado para vehículos industriales con una aplicación específica, como por ejemplo un camión portacontenedores. Cada fabricante de fase expide un código de homologación expresando su conformidad mediante un certificado. Con este tipo de fabricación, el Estado o Estados miembros certifican que según el grado de acabado del vehículo (siendo completo o incompleto) cumple con los requisitos técnicos y administrativos reflejados en la directiva.

CRITERIO	TIPO DE HOMOLOGACIÓN
<b>Procedimiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Homologación por etapas</li> <li>❖ Homologación en una sola vez</li> <li>❖ Homologación mixta</li> </ul>
<b>Formato</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Homologación de tipo Europeo</li> <li>❖ Pequeña serie nacional</li> <li>❖ Homologación individual</li> </ul>
<b>Aplicable a</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Fabricación de vehículo completo</li> <li>❖ Fabricación multifase</li> </ul>

Tabla 3.7. Cuadro resumen de tipos de homologación existentes

### 3.6. NORMATIVA RELATIVA A LA HOMOLOGACIÓN DE LAS PROTECCIONES LATERALES

Actualmente existen dos normativas que atañen a la homologación de las protecciones laterales de los vehículos industriales tipo N2:

- ❖ Directiva 89/297 CEE: Protección lateral de determinados vehículos de motor y sus remolques.
- ❖ Reglamento CEPE número 73: Prescripciones uniformes relativas a la homologación de los vehículos industriales, de los remolques y de los semirremolques, en lo que concierne a su protección lateral.

Inicialmente este proyecto estaba enfocado a la elaboración de los ensayos para la homologación de los side guards de acuerdo a los requisitos contemplados en la Directiva 89/297 CEE. No obstante, una vez que se comenzó el proceso de estudio y profundización en el tema, se contempló que a partir de Noviembre de 2014 entraba en vigor el Reglamento CEPE nº73. A raíz de identificar este hecho se decidió proceder a estudiar detenidamente las diferencias existentes entre ambas legislaciones con el fin de confeccionar este Trabajo Fin de Grado de acuerdo a la mejor opción.

El primer punto examinado de manera concienzuda fueron los requisitos técnicos que establecía cada una de las normativas. Sin embargo no se encontraron diferencias notables entre la Directiva y el Reglamento. Este hecho es bastante habitual ya que generalmente los contenidos técnicos en las normativas de la UE o de la ONU suelen ser iguales o muy parecidos, estando las diferencias en otra serie de características como pueden ser los tiempos de publicación o de aplicación.



Una vez descartadas las discrepancias técnicas entre ambas se procedió a comparar las particularidades legales de las mismas (ya explicadas anteriormente). Debido a la situación económica que atraviesa el mercado automovilístico europeo se está haciendo necesario el acceso a otros mercados emergentes con mayor potencial de crecimiento. Con una visión de que este proyecto fuese más atractivo para los clientes y por tanto más rentable económicamente, se decidió registrarse por el Reglamento CEPE nº 73. De esta manera se garantiza una homologación válida para que el vehículo del fabricante pueda comercializarse en un mayor territorio sin necesidad de pasar pruebas suplementarias: la ONU. Europa, USA, China, Japón, algunos países de Sudamérica y Australia son solo algunos de los países que disponen de este reconocimiento recíproco de las homologaciones.

### 3.6.1. REQUISITOS

El Reglamento CEPE nº 73 impone una serie de condiciones mínimas para que las protecciones laterales sean homologadas. Dichos requisitos se han clasificado para el presente trabajo en tres grupos o categorías: inspección visual, verificación de las dimensiones y verificación de la resistencia.

Atendiendo a los requisitos clasificados como de inspección visual, se encuentra que se ha de comprobar si se cumplen las siguientes características:

- ❖ El vehículo deberá estar situado en una superficie horizontal y plana.
- ❖ Las ruedas de dirección deberán encontrarse en posición recta.
- ❖ El vehículo deberá encontrarse con su peso en vacío, es decir, tendrá que tener el depósito de carburante lleno así como los lubricantes y el líquido de refrigeración. En caso de que el fabricante suministre como equipo estándar del vehículo tanto la rueda de repuesto como las herramientas, estas deberán incluirse en el camión. En ninguno de los casos el vehículo se deberá hallar cargado y con ocupantes para el ensayo.
- ❖ El sideguard no se podrá utilizar para sujetar conductos hidráulicos, neumáticos o de frenos.
- ❖ La superficie externa del protector lateral deberá ser lisa y en lo posible continua desde la parte frontal a la posterior.
- ❖ Los pernos y remaches deberán disponer de cabezas redondeadas y no sobresalir más de 10 mm de la superficie. Asimismo otros elementos que sobresalgan deberán ser siempre lisos y redondeados así como quedar dentro de dichos márgenes.

- ❖ Todas las esquinas y los bordes externos de los que esté compuesta la protección lateral también deberán ser redondeados. El radio de los mismos no podrá ser inferior a 2.5mm.

Si se trata de la verificación de las dimensiones que caracterizan al dispositivo anticiclistas, la ley establece numerosas limitaciones. Para poder explicarlo de manera sencilla e intuitiva se procede a describir las mismas mediante el uso de las siguientes figuras y tablas:

En cuanto a la verificación de la resistencia del dispositivo se refiere, es necesario el cumplimiento de las condiciones que se detallan a continuación:

- ❖ Fuerza de 1KN: los side guards deberán ser capaces de soportar una fuerza estática horizontal y normal (aplicada perpendicularmente) cuyo valor sea de 1KN. Dicha fuerza deberá ser aplicada en la cara exterior del dispositivo mediante la superficie de un ariete circular con diámetro de  $220 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$ .
- ❖ Deformación máxima: La protección lateral tendrá restringida la deformación máxima que puede experimentar según:
  - En los 250 mm posteriores del anticiclistas solo podrá existir, como máximo, 30 mm de deformación.
  - 150 mm de deformación en cualquier otro punto del protector.

El Reglamento CEPE nº 73 especifica en este punto que pueden llevarse a cabo estas verificaciones mediante ensayos virtuales, es decir, mediante cálculo.

Además de las medidas ya indicadas, el reglamento señala que las protecciones laterales deben disponer además de las siguientes magnitudes que se muestran a continuación. Se han recogido en varias tablas y gráficos para facilitar la comprensión de las mismas.

❖ Cotas límites paralelas al plano longitudinal del vehículo:

COTA	VALOR LÍMITE
<b>H1</b>	Máx. 300 mm
<b>H'1</b>	Máx. 100 mm
<b>H2</b>	Máx.300 mm

Tabla 3.8. Requisitos técnicos de cotas paralelas al plano longitudinal del vehículo de acuerdo al Reglamento CEPE 73

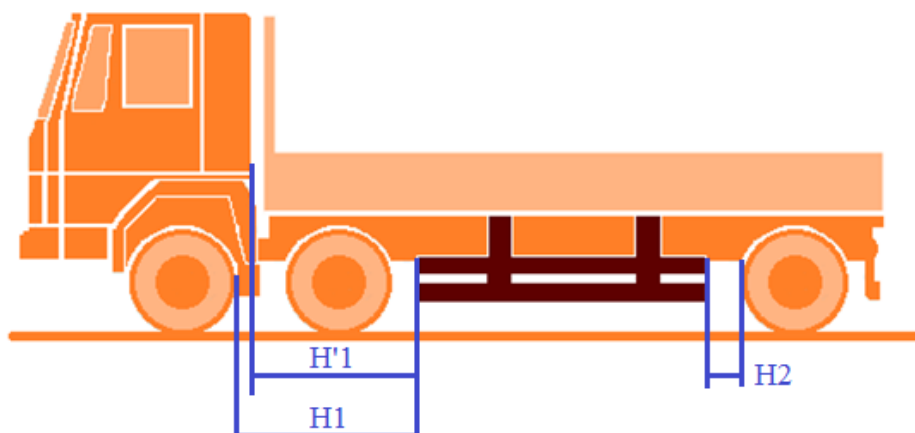


Figura 3.3. Cotas límites del protector lateral paralelas al plano longitudinal del vehículo

En el caso de la cota delantera existen dos valores límites distintos. Esto se debe a las características propias de la configuración del camión. El caso básico es el de la medida de 300 mm desde el exterior de la rueda anterior hasta el dispositivo (H1). No obstante existen vehículos que disponen de cabina grande hacia atrás en los cuales dicha distancia de 300 mm puede quedar por debajo de la cabina. Es en estos casos cuando el protector deberá estar 100 mm por detrás de la cabina (cota H'1).

❖ Cotas límites transversales del vehículo:



Figura 3.4. Cotas transversales límites del protector lateral

COTA	VALOR LÍMITE
T1	Máx. 120 mm
T2	Máx. 30 mm

Tabla 3.9. Requisitos técnicos de cotas transversales según el Reglamento CEPE 73

❖ Cotas límites perpendiculares al plano longitudinal del vehículo:

COTA	VALOR LÍMITE
V1	Máx. 550 mm
V2	Min. 50 mm
V3	Máx. 300 mm
V4	Min. 50 mm
V5	Máx. 350 mm
V6	Máx. 950 mm

Tabla 3.10. Requisitos técnicos de cotas perpendiculares al plano longitudinal del vehículo de acuerdo al Reglamento CEPE 73

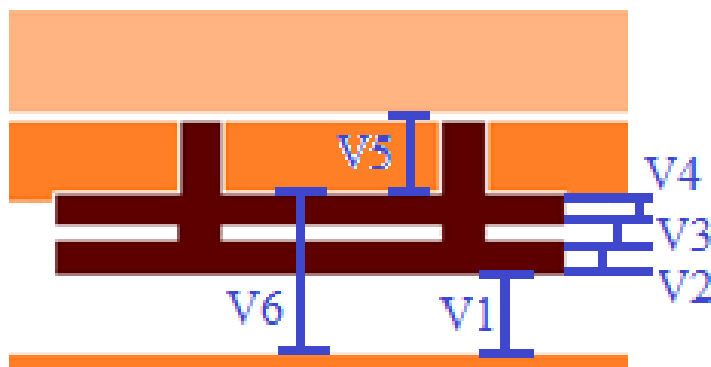


Figura 3.5. Cotas límites del protector lateral perpendiculares al plano longitudinal del vehículo

### 3.6.2. OTRAS CONSIDERACIONES

Antes de iniciar cualquier acción perteneciente al proceso de ensayo en el laboratorio, el Reglamento CEPE nº 73 establece que se debe recibir una solicitud de homologación por parte del fabricante del vehículo o por su representante acreditado. Dicha petición de ensayo tendrá que cumplir una serie de requisitos:

- ❖ Entregar un documento donde se detalle características propias del de vehículo como son: el tipo, las dimensiones, la estructura, la configuración y los materiales de los que está fabricado.
- ❖ Proporcionar una representación gráfica del camión donde sea visible alzado trasero y lateral. También será necesario presentar un dibujo de las partes laterales de la estructura del dispositivo anticiclitas, incluyendo sus detalles de construcción.
- ❖ Detallar claramente el sideguard mostrando sus características: medidas, materiales de fabricación, ubicación y posición que llevará cuando esté colocado en el vehículo y conformación del mismo.
- ❖ La entrega de un vehículo tipo. El vehículo que se entregue puede no contener todos los elementos definitivos del mismo, siempre que el fabricante haya demostrado que la falta de los mismos no afectan de manera negativa al proceso de homologación de los dispositivos de protección lateral.

En último lugar se informa de que todos estos documentos que se acaban de detallar deberán presentarse por triplicado.

## 4. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

En este apartado del presente trabajo se detallan diversas soluciones para llevar a cabo los ensayos necesarios para obtener la homologación de los side guards de los camiones tipo N2.

El proceso de verificación consta de diversas etapas, correspondientes a los diferentes requerimientos establecidos por la legislación actual. En primer lugar se presentan las operaciones y herramientas necesarias para la verificación de los límites en las dimensiones. A continuación se detalla todo lo necesario para la comprobación de la resistencia del dispositivo de protección lateral.

La secuencia en la que se comprueben las características de la resistencia y de las medidas es indistinta, sin embargo no se expedirá el expediente de homologación hasta que todos los requisitos queden supervisados y confirmados.

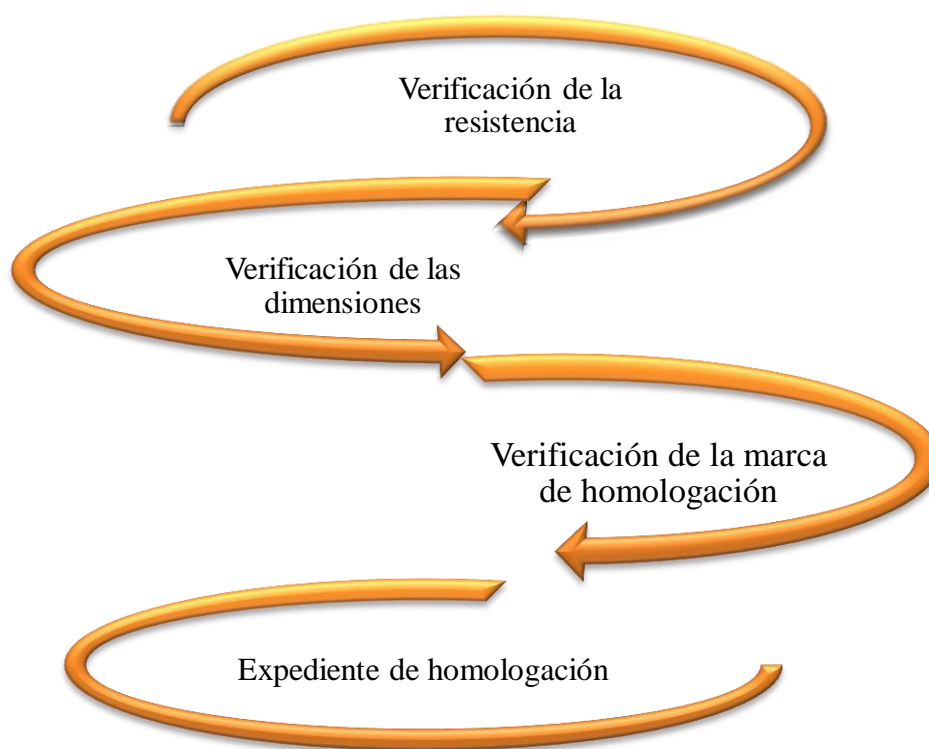


Figura 4.1. Esquema básico del proceso de ensayo para la obtención de la homologación de los protectores

A pesar de que se describirá punto por punto a lo largo de este apartado las características propias de cada alternativa (en qué consiste cada parte del ensayo, cuál es su secuencia, cómo se debería proceder en cada momento...),correspondería a la empresa que aplicase esta metodología de ensayos el crear una serie de estándares de trabajo donde se definan detalladamente todas las operaciones que ha de realizar el operario en cada etapa del proceso de comprobación, los tiempos correspondientes de las mismas, así como todos los

documentos que especifiquen los gestuales adecuados a las normas de seguridad, ergonomía, etc. establecidas por ley.

#### 4.1. VERIFICACIÓN DE LAS DIMENSIONES

Actualmente la verificación de cumplimiento de las condiciones establecidas en el Reglamento CEPE nº 73 las realiza una persona mediante el empleo de un flexómetro o una barra calibrada y un calibre. No obstante se ha querido ofrecer en el presente trabajo una variante a este método, con el fin de aportar algo novedoso.

La parte del ensayo que se ofrece a continuación tiene como fin automatizar lo máximo posible el proceso, reduciendo de esta forma el margen de error humano.

##### 4.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El proceso de verificación de las dimensiones dispone de varias fases. La primera de ellas comprende el posicionamiento del vehículo en un punto concreto del laboratorio. Para ello se deben marcar una línea de color vistoso (por ejemplo amarillo o naranja), de 7 metros de longitud y con un grosor de 10 mm. Dicha línea debe coincidir con el borde longitudinal de la herramienta diseñada según el siguiente esquema:

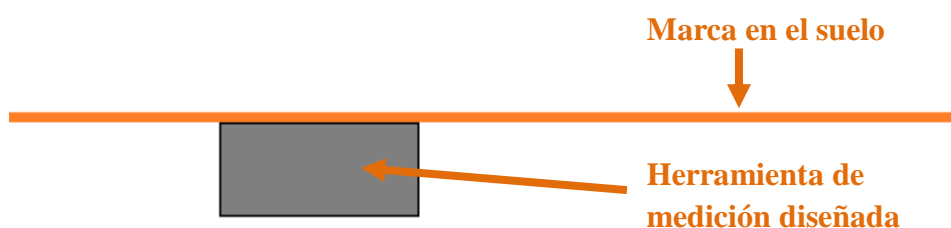
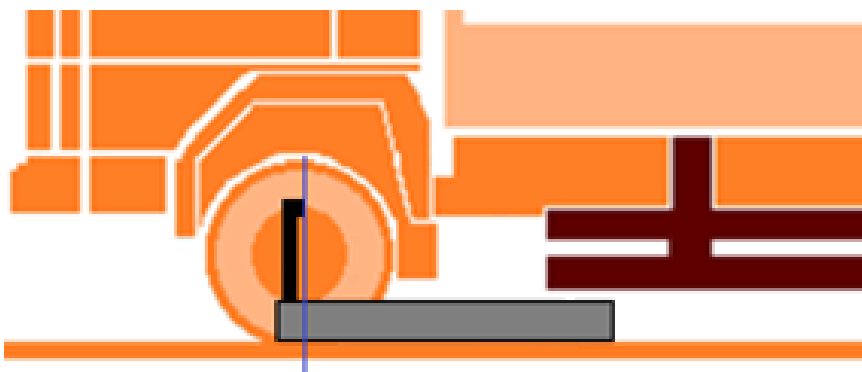
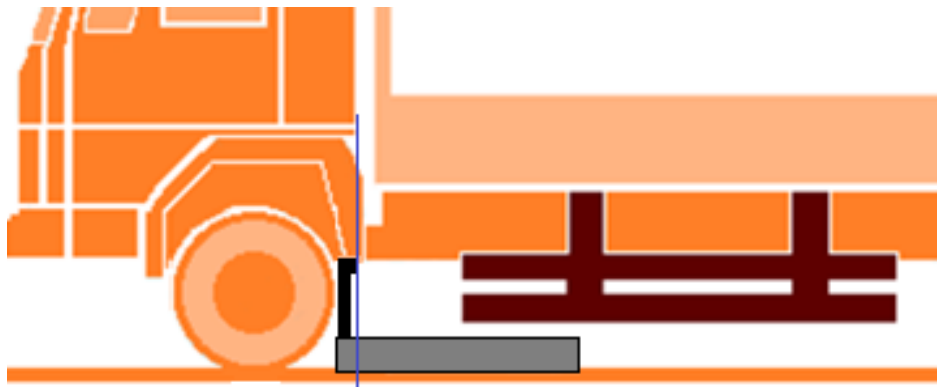


Figura 4 . Esquema básico de la posición de la herramienta y de la marca

Para poder comenzar el ensayo se debe colocar el borde longitudinal exterior de las ruedas delantera y trasera haciéndolo coincidir con la marca colocada en el suelo paralela al plano longitudinal del vehículo. La herramienta diseñada para la medición de cotas consiste en un prisma rectangular de cemento de 420x300x50 mm. Se deberá hacer coincidir el centro vertical del neumático anterior a la protección lateral (previamente medido y marcado) con el extremo que contiene el emisor y receptor del sensor vertical del bloque, según el siguiente esquema. Se recomienda emplear un nivel para poder realizar esta operación de la manera más exacta posible. Como ya se ha detallado anteriormente existe una variante según la configuración del camión (cabinas grandes hacia atrás), en cuyo caso deberá hacerse coincidir el extremo posterior de la cabina con el mismo punto del sensor.

**Figura 5. Posicionamiento del camión cuando disponga de gran cabina hacia atrás**



**Figura 6. Posicionamiento del camión con respecto al sensor vertical en condiciones normales**

Una vez el vehículo se encuentre en su posición correcta, deberán colocarse los calzos del mismo en el resto de sus ruedas con el fin de garantizar la seguridad en el proceso de ensayo.

A continuación se procederá a realizar una inspección visual del vehículo. Dicha comprobación del estado del camión sirve para verificar que se cumplen las siguientes condiciones de ensayo marcadas en el Reglamento. Además deberá ir marcándolas en el formulario cumple/no cumple del documento soporte que se detallará más adelante:

- ❖ El vehículo deberá estar situado en una superficie horizontal y plana.
- ❖ Las ruedas de dirección deberán encontrarse en posición recta.
- ❖ El vehículo deberá encontrarse con su peso en vacío.
- ❖ El sideguard no se podrá utilizar para sujetar conductos hidráulicos, neumáticos o de frenos.
- ❖ El dispositivo está firmemente instalado y no existe riesgo de que se suelte.
- ❖ La superficie externa del protector lateral deberá ser lisa y en lo posible continua desde la parte frontal a la posterior.



- ❖ Los pernos y remaches deberán disponer de cabezas redondeadas. Asimismo otros elementos que sobresalgan deberán ser siempre lisos y redondeados.

Si el camión no cumple alguno de estos requisitos deberá pararse el procedimiento de ensayo y denegar la homologación. En caso de que si los cumpliera se continua con el siguiente paso del ensayo.

A continuación se pasa a verificar la posición relativa del anticiclitas con respecto al vehículo y al suelo, así como la toma de algunas medidas características del mismo. Para ello se van a utilizar medidores de láser y placas metálicas reflectoras. Dicha base llevará colocados 2 sensores de medidor láser, uno vertical y otro horizontal, los cuáles disponen de un software conectado al ordenador del operario que refleja los datos de las cotas que se van tomando.

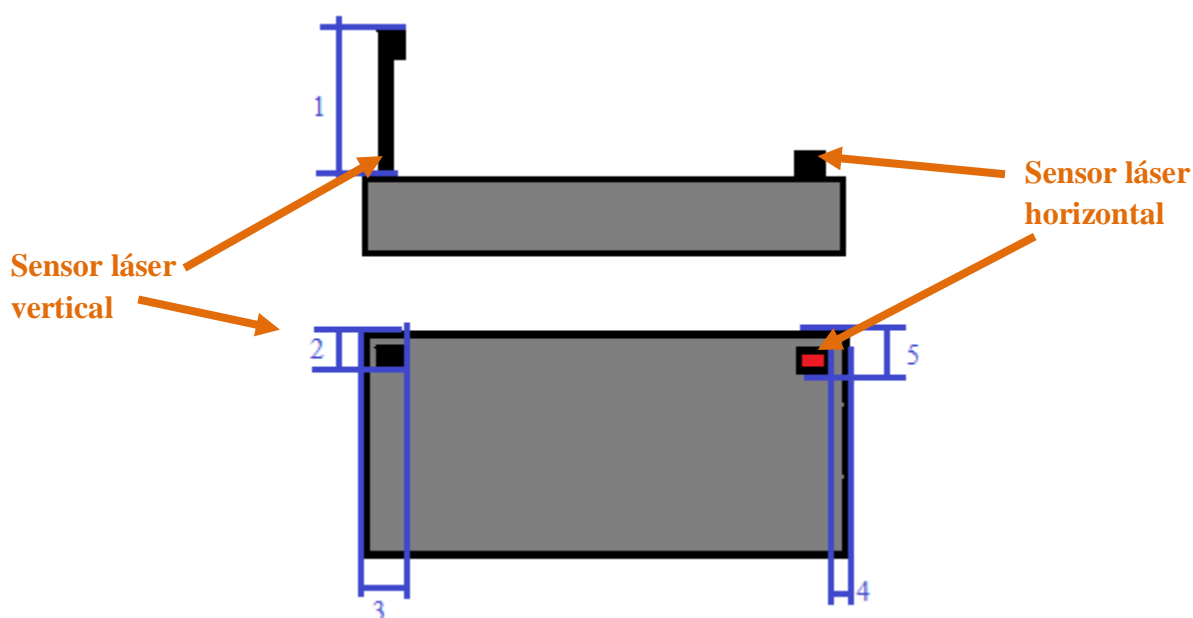
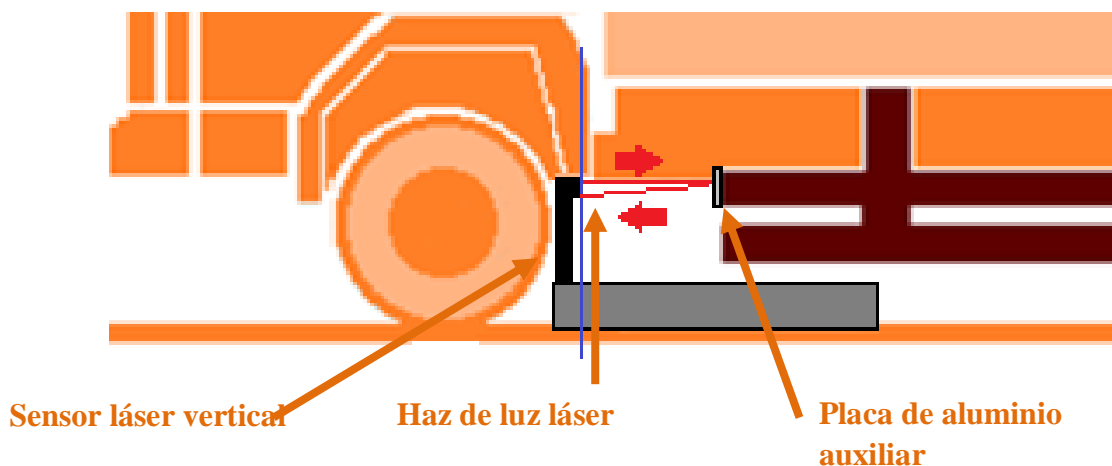


Figura 7. Cotas de posicionamiento de los sensores en la base de cemento

COTA	VALOR
1	550 mm
2	49'2 mm
3	116'6 mm
4	0 mm
5	42'2

Tabla 4.1. Valores de las cotas de posicionamiento de los sensores en la base de cemento

En primer lugar se procederá a explicar cómo hacer las mediciones paralelas al plano longitudinal del camión. Para ello deberá fijarse la placa metálica auxiliar en la primera cota de manera que corte el haz de luz láser. A continuación el técnico encenderá el medidor láser mediante su el software controlador y anotará el valor de la medición del mismo en el documento soporte informático.



**Figura 4.6. Esquema del método de funcionamiento de las mediciones paralelas al plano longitudinal del vehículo**

Una vez anotada la medida, el operario apagará el sensor y procederá a mover la placa auxiliar a la siguiente posición. Este procedimiento se repetirá hasta que se completen todas las cotas establecidas.

El siguiente paso es repetir el mismo procedimiento de medición ya descrito pero empleando el sensor horizontal. Esta vez el haz de láser es perpendicular al suelo y la placa auxiliar interceptará el mismo cuando esté colocada en paralelo al suelo en sus cotas correspondientes.

En último lugar el operario procederá a verificar el resto de condiciones establecidas en el Reglamento mediante el empleo de útiles “pasa/no pasa” descritos en los siguientes apartados.

Como ya se ha comentado anteriormente, se cancelará el proceso de ensayo en el caso de que el camión no cumpla con algunos de los valores límites exigidos y procederá a denegar la homologación. El cumplimiento o no de dichos requisitos los indica el archivo informático.

## 4.1.2. DESCRIPCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS Y ÚTILES EMPLEADOS

### 4.1.2.1. PARA LA VERIFICACIÓN DE LAS COTAS

Para poder verificar tanto algunas de las medidas características del protector como suposición relativa respecto al vehículo y al suelo, se emplean dos tipos de herramientas diferentes:

- ❖ Para las medidas verticales y horizontales se van a emplear medidores de láser y placas metálicas reflectoras.
- ❖ Para verificar la posición del anticiclitas con respecto al ancho del vehículo y al extremo exterior del neumático se empleará un útil pasa/no pasa.

La herramienta diseñada para la medición de cotas longitudinales y verticales consiste en un bloque de cemento de 420x300x50 mm. Dicha base llevará colocados dos sensores de medidor láser, los cuáles disponen de una pantalla que refleja los datos de las cotas que se van tomando. La posición de los mismos se explica mediante el siguiente esquema:

Los sensores elegidos para tal objetivo se caracterizan por tener una elevada precisión en sus mediciones. El medidor láser que se coloca en ambas posiciones es el mismo. Se trata del modelo L-GAGE de la marca Banner. Dispone de emisor y receptor del haz láser integrado, así como de una botonera en la parte superior para configurar las opciones del mismo. El alcance de dicho medidor es de 0 a 50 m por lo que lo hace ideal para esta aplicación.

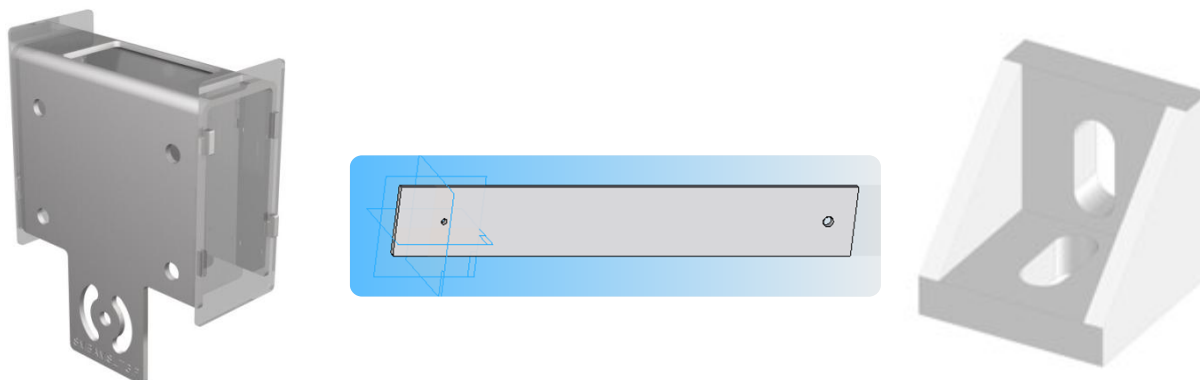


Figura 4.7 Sensor medidor láser para la verificación de cotas

El sensor láser se facilita con un software controlador que deberá instalarse en el ordenador portátil del que dispone el operario durante el ensayo. Los cables conectores son giratorios y también son suministrados por el fabricante. Dichos cables deberán ser colocados de tal manera que no interfieran a las operaciones de verificación.

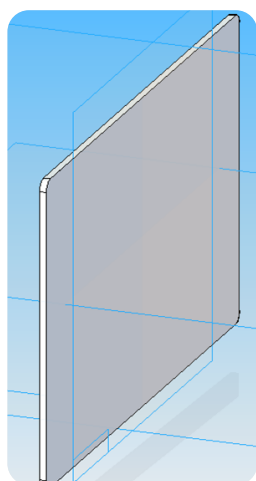
El mismo fabricante también ofrece una serie de estructuras para fijarlo según las necesidades de cada actividad. Para el ensayo se ha elegido el modelo SMBAMSLT3IP y se adaptará para las posiciones de cada uno:

- ❖ Los adaptadores correspondientes a los sensores irán atornillados a una escuadra de aluminio fijada al bloque de cemento mediante cuatro tornillos. Las escuadras irán en el lado de la estructura de los sensores opuesto al borde donde se encuentra posicionado el vehículo
- ❖ La estructura correspondiente al sensor vertical, se fijará a una barra vertical de aluminio que irá anclada al bloque mediante una escuadra a cada lado. Dicha barra se adjunta en el Anexo II.

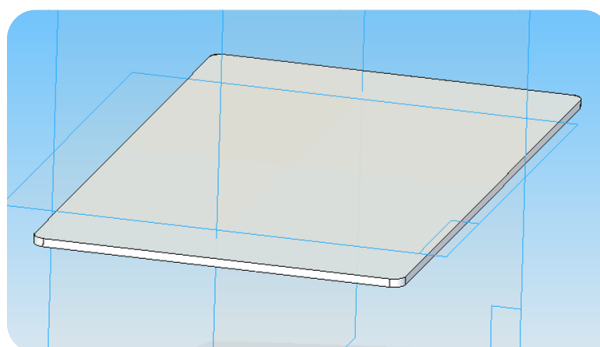


**Figura 4.8. Adaptador de los sensores, barra vertical de aluminio para la sujeción del sensor vertical y escuadras de fijación a la base de cemento**

Para poder interceptar el haz de láser que sale del sensor y por lo tanto obtener una medida, se empleará una pequeña placa que se irá moviendo de posición tal y como ya se ha descrito. Dicha placa auxiliar será de aluminio y será de 150 x 90 x 2 mm. Se fijará a las distintas posiciones correspondientes mediante adhesivo fuerte de doble cara. De esta manera es sencilla la operación, se reducen los tiempos de operación y no se dañan el protector ni la misma.



**Figura 4.9. Posición de la placa auxiliar durante las mediciones paralelas al plano longitudinal del vehículo**



**Figura 4.10. Posición de la placa auxiliar durante las mediciones perpendiculares al plano longitudinal del vehículo**

Cuando se proceda a verificar las dimensiones paralelas al plano longitudinal del vehículo deberá seguirse la siguiente secuencia en las mismas. La placa debe colocarse en los puntos marcados pero a la altura en la que intercepte el haz de luz. La metodología ya ha sido descrita en el punto 4.1.1.

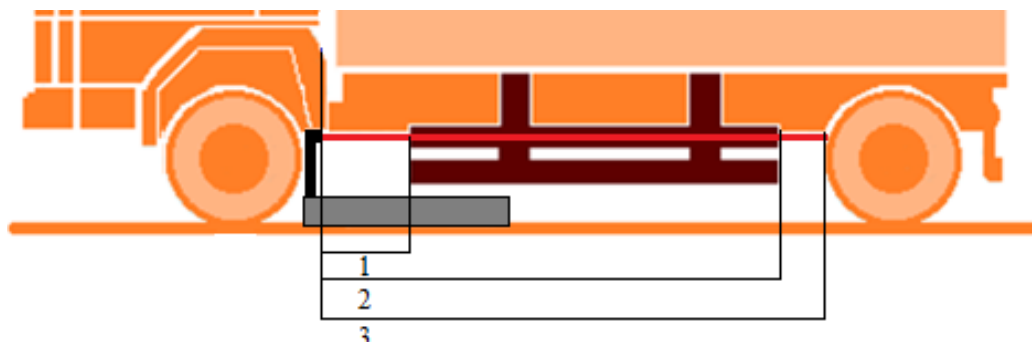


Figura 4.11. Secuencia de mediciones paralelas al plano longitudinal del vehículo para camiones con cabina grande hacia atrás

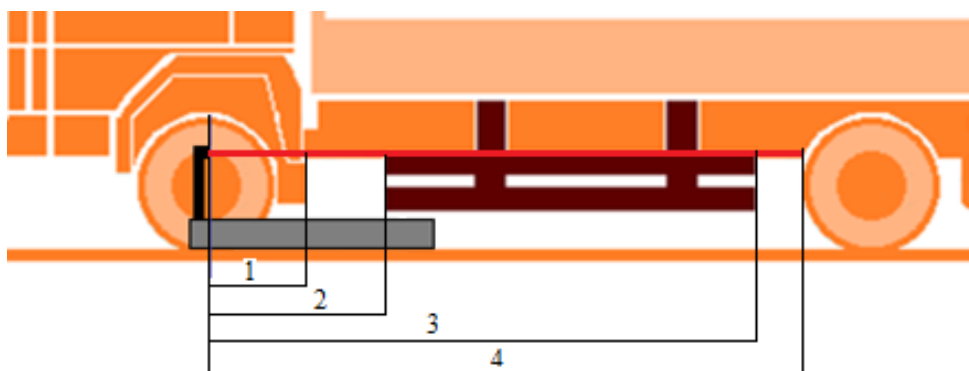


Figura 4.12. Secuencia de mediciones paralelas al plano longitudinal del vehículo en condiciones normales

En el caso de las medidas tomadas con el láser horizontal se seguirá la secuencia siguiente, siendo dichos valores los que se deban introducir en los correspondientes campos del documento soporte.

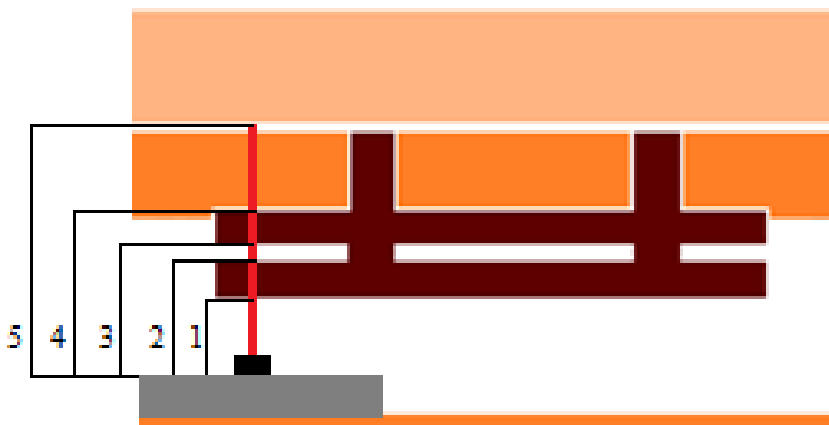


Figura 4.13. Secuencia de mediciones perpendiculares al plano longitudinal del vehículo

En último lugar, cuando se procede a verificar el cumplimiento de la posición del side guard con respecto al ancho del vehículo y al neumático, se empleará el siguiente útil de PVC.

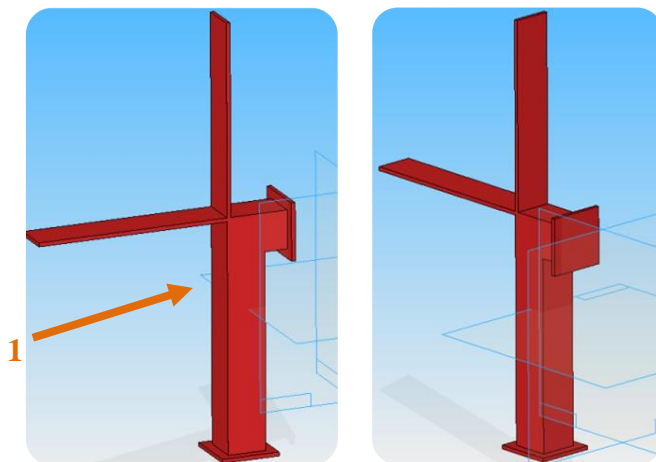


Figura 4.14. Útil para la verificación de las cotas límite transversales



Figura 4.15. Cotas límite transversales

Para proceder a ver si cumple la cota denominada T1, deberá apoyarse el extremo libre del borde largo del útil sobre la superficie superior del dispositivo anticiclitas. La pestaña correspondiente al borde largo (1) deberá orientarse hacia arriba. Si el espacio transversal entre el ancho del vehículo y el side guard está comprendido dentro de los márgenes establecidos por el útil, este cumple los requisitos.

De la misma manera se procede a verificar T2 con el lado más corto del útil, pero esta vez deberá colocarse la pestaña 2 paralela al suelo y orientada hacia el neumático.

#### 4.1.2.2. PARA LA VERIFICACIÓN DE OTRAS DIMENSIONES

La última fase del proceso de verificación de dimensiones consiste en la comprobación de una serie de limitaciones que establece el Reglamento 73 en cuanto a los componentes del sideguard se refiere. Para todas estas mediciones se han creado una serie de útiles de PVC de los denominados “pasa/no pasa”.

- ❖ **Cantoneras:** Este tipo de comprobación solo se realizará cuando la protección lateral disponga de ellas. La ley exige que al menos deberán adentrarse 50 mm hacia atrás y estar vueltas 100 mm hacia la parte posterior. El operario simplemente deberá colocarlo en el borde externo de la cantonera y dicha pieza solamente será válida cuando sus dimensiones igualen o sobrepasen los márgenes delimitados por el útil. Estas cotas no deberán verificarse siempre puesto que el Reglamento 73 especifica que las protecciones laterales solo deberán disponer de las mismas en los casos en los que la distancia desde el extremo anterior hasta el final de la cabina sea menor que 100 mm.

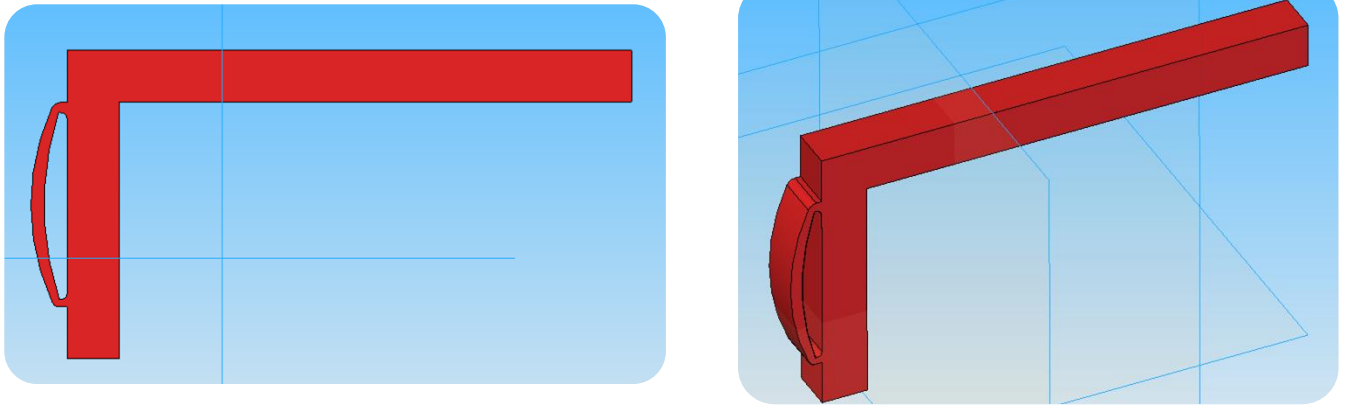


Figura 4.16. Útil para la verificación de las cotas de las cantoneras

- ❖ Esquinas y bordes: Todas las esquinas y bordes de las protecciones laterales deberán disponer de un radio mínimo de 2'5 mm. Al igual que con el útil empleado en la verificación de las cantoneras, el verificador colocará el útil en todas y cada una de las esquinas. En caso de que el radio de las mismas sea menor que el patrón, es decir, que quepa dentro de la parte curvada del mismo, El sideguard no será válido.

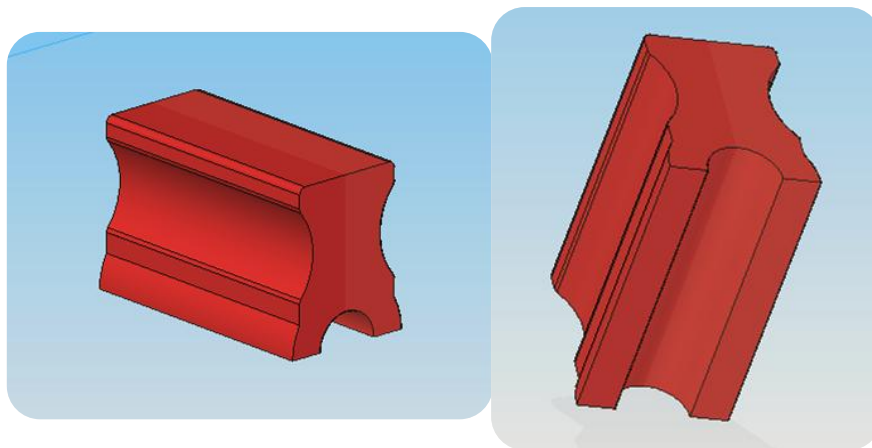


Figura 4.17. Útil para la verificación de las esquinas y bordes de las protecciones laterales

- ❖ Cabezas de los remaches y pernos: todas las cabezas de los remaches y pernos de los que contenga el anticiclitas deberán ser redondas así como sobresalir sobre la superficie 10 mm como máximo. Para ello se coloca la parte vertical del útil junto a la cabeza del perno, de manera que si dicha pieza se encuentra por debajo de la parte horizontal del útil, es válido.



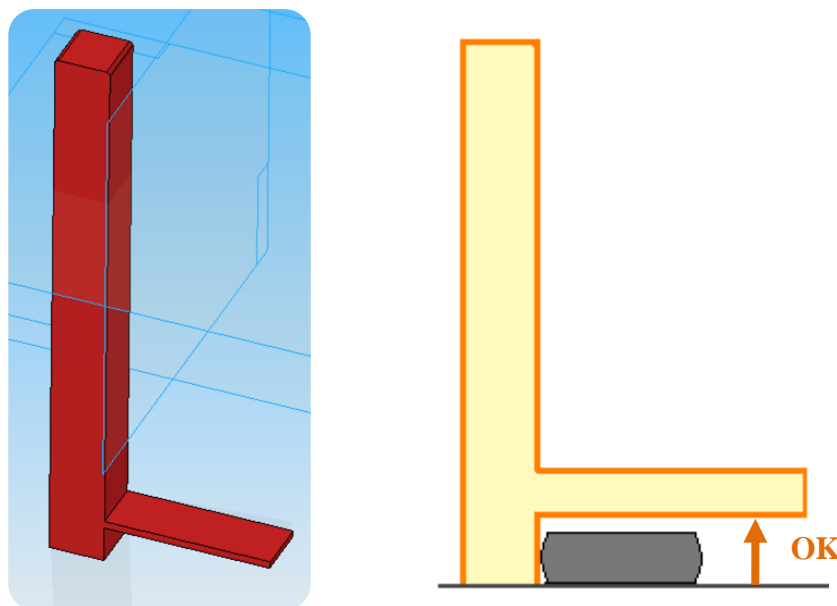


Figura 4.18. Útil para la verificación de remaches y pernos y principio de funcionamiento

#### 4.1.3. CÁLCULO DE LAS COTAS: DOCUMENTO SOPORTE

Para poder comprobar finalmente si todas las cotas están dentro de los límites establecidos, y por lo tanto si se puede homologar el dispositivo anticiclistas se ha elaborado un documento soporte sobre el que irá trabajando el operario. Dicho documento se ha elaborado en un archivo Excel, dispone de formato de Check-list y se adjunta en el Anexo VII. Este tipo de documento es muy utilizado en la industria ya que mediante un simple cuestionario que va guiando paso a paso al técnico encargado de la actividad durante todo el proceso. De esta manera se reducen altamente los posibles errores debidos a transcripción, descuidos, distracciones o mala praxis.

El operario encargado de realizar los ensayos establecidos deberá disponer de un ordenador con dicho archivo en el que se vaya a proceder a iniciar el ensayo. A medida que vaya avanzando en el desarrollo de las pruebas y operaciones tendrá la obligación de ir rellenándolo, de acuerdo a las pautas que en él se especifican. Una vez que se haya realizado el proceso de verificación al completo el trabajador procederá a firmar el documento, comprometiéndose de esta manera a certificar que todo se ha comprobado correctamente y que el dispositivo de protección lateral cumple todos los requisitos por ley.

En la parte alta de hojas a rellenar se especifican los datos propios del cliente, del vehículo, nombre y apellidos del técnico que lleva a cabo el ensayo y el número de informe y de expediente al que corresponden las pruebas.

En la primera hoja del documento se contemplan las siguientes partes del proceso:

- ❖ Posición del vehículo: Se marcará con una “X” si se cumplen o no se cumplen las condiciones que se van describiendo referentes a la posición del vehículo a la hora de

ensayarlo. Se dispone de un apartado de observaciones donde se pueden anotar cualquier advertencia.

- ❖ Inspección del dispositivo: Se procede de la misma manera que en el apartado anterior.
- ❖ Verificación de la resistencia: se deben anotar los datos obtenidos del ensayo en los huecos correspondientes. En el apartado “¿cumple?” aparecerá directamente la palabra “CUMPLE” si los datos del ensayo cumplen con los requisitos. En caso contrario aparecerá la palabra “NO CUMPLE”.
- ❖ Firma del técnico que realiza la inspección: esta parte deberá ser firmada por el mismo.

La segunda hoja del archivo es la correspondiente a las mediciones de cotas. El operario irá insertando los valores obtenidos de las mediciones descritas en cada subapartado. Esta hoja también deberá ser firmada.

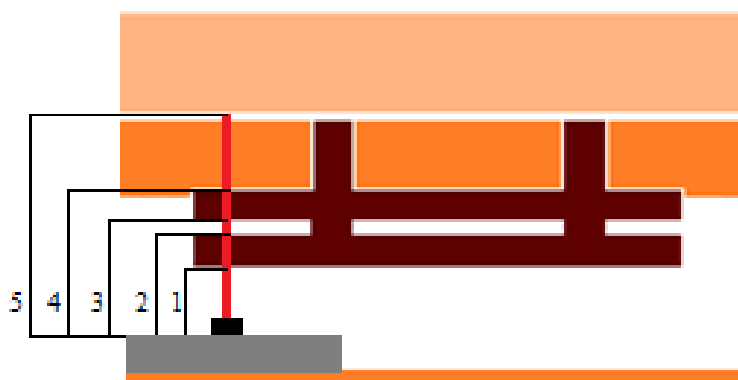
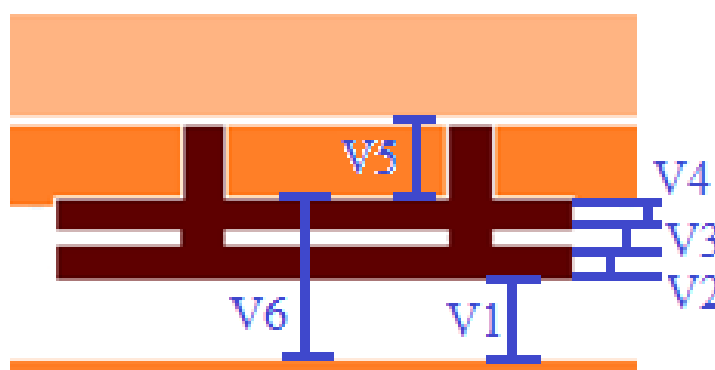


Figura 4.19. Secuencia de mediciones perpendiculares al plano longitudinal del vehículo

Por último, en la tercera hoja del documento se reflejan automáticamente el valor de las cotas que restringe el Reglamento. Dichos valores se calculan mediante una serie de operaciones programadas en base a los datos de las mediciones insertadas por el operario en la segunda hoja. Mediante las siguientes tablas y gráficos se procede a detallar los cálculos realizados:

Figura 4.20. Cotas límites del protector lateral perpendiculares al plano longitudinal del vehículo



COTA	CÁLCULO MEDIANTE LAS MEDICIONES	VALOR LÍMITE
V1	$= h + m1$	Máx. 550 mm
V2	$= (m2 - m1) + h + e$	Mín. 50 mm
V3	$= (m3 - m2) + h + e$	Máx. 300 mm
V4	$= (m4 - m3) + h + e$	Mín. 50 mm
V5	$= (m5 - m4) + h + e$	Máx. 350 mm
V6	$= m4 + h + e$	Máx. 950 mm

Tabla 4.2. Cálculo de las cotas perpendiculares al plano del vehículo en base a las mediciones realizadas

Donde “h” es la altura de la base sobre la que van colocados los sensores de medición láser (en este caso  $h = 50$  mm), “e” es la distancia desde el borde de la base de cemento (en este caso 32 mm) y  $m_i$  ( $i=1,6$ ) son los valores de las mediciones que refleja la pantalla del sensor láser “B”.

COTA	CÁLCULO MEDIANTE LAS MEDICIONES	VALOR LÍMITE
H1	$= M1 - M2$	Máx. 300 mm
H'1	$= M1$	Máx. 100 mm
H2	$= M4 - M3$	Máx. 300 mm

Tabla 4.3. Cálculo de las cotas perpendiculares al plano del vehículo en base a las mediciones realizadas

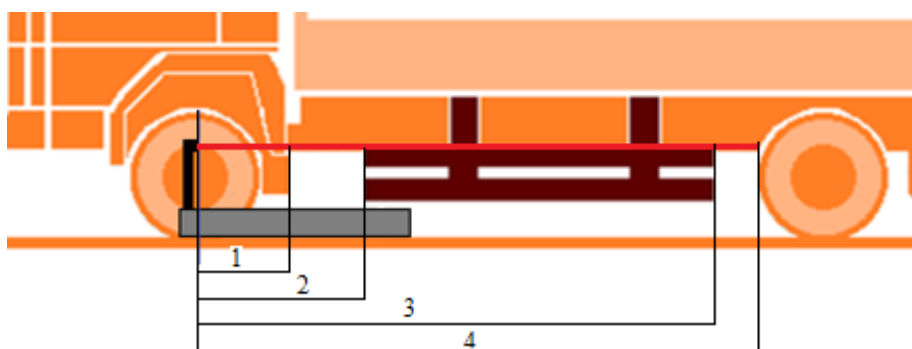


Figura 4.21. Secuencia de mediciones paralelas al plano longitudinal del vehículo en condiciones normales

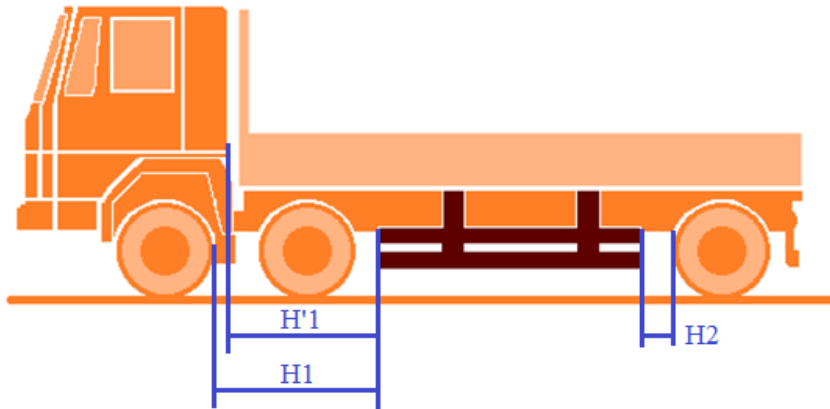


Figura 4.22. Cotas límites del protector lateral paralelas al plano longitudinal del vehículo

Donde  $M_i$  ( $i=1,2$ ) son los valores de las mediciones que refleja la pantalla del sensor láser “A”.

Los campos cuyo título es “¿cumple?” también se rellenan automáticamente con “CUMPLE” o “NO CUMPLE” en función de si las cotas calculadas se encuentran dentro de los límites del Reglamento.

El apartado de las cotas transversales se rellena automáticamente con los datos insertados en la hoja 1 del archivo. Además aparecerá junto a los pasos detallados los gráficos con las cotas descritas a las que se hace referencia en la hoja.

Por último, destacar que el útil para verificar las cotas transversales está hecho de acuerdo a las siguientes restricciones dictadas por el Reglamento:

COTA	VALOR LÍMITE
T1	Máx. 120 mm
T2	Máx. 30 mm

Tabla 4.4. Requisitos técnicos de cotas transversales según el Reglamento CEPE 73

## 4.2. VERIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA

Las siguientes opciones que se presentan a continuación están enfocadas a medir la resistencia a compresión de los dispositivos anticiclistas.

Como ya se ha especificado anteriormente el Reglamento CEPE nº 73 impone una serie de condiciones mínimas para que dichos elementos de seguridad sean considerados válidos para su uso. Los requisitos de resistencia establecidos son:

- ❖ Fuerza de 1 kN
- ❖ Deformación máxima de 30 mm en los 250 mm posteriores del anticiclistas y de 150 mm en cualquier otro punto del protector.



**Figura 4.23. Diagrama conceptual de los requisitos necesarios para superar la verificación de la resistencia**

El Reglamento CEPE nº 73 consiente implícitamente el estudio de la resistencia de las protecciones laterales que se pretenden homologar mediante el uso de un software informático de diseño 3D.

El hecho de utilizar este método de análisis proporciona una serie de ventajas que, principalmente logran abaratar considerablemente el proceso de ensayo, lo que lo convierte en el método empleado para la verificación de la resistencia en los servicios técnicos homologados. En primer lugar no es necesario disponer de un espacio físico adaptado a la realización de los ensayos para la verificación del cumplimiento de las condiciones de resistencia y deformación. En realidad solo se deberá disponer de un puesto informático con la correspondiente licencia del software que se desee emplear. Solamente este hecho logrará ahorrar gastos tales como son: la electricidad, la compra y el mantenimiento de las máquinas necesarias, el mantenimiento de las instalaciones, el salario del técnico encargado de llevar a cabo los ensayos, etc. Como se pretende ofrecer soluciones distintas a lo ya empleado y por considerarse más adecuado para un trabajo cuto objetivo sea el diseño optimizado de dichos dispositivos, este proyecto no entrará en el estudio de la simulación de los mismos.

#### 4.2.1. DISEÑO Y COMPOSICIÓN DE LAS PROTECCIONES LATERALES

Los side guards más empleados están compuestos de dos travesaños horizontales los cuales están conformados por un perfil interior de aluminio y otro exterior de PVC.



Figura 4.24. Diseño más común de los side guards

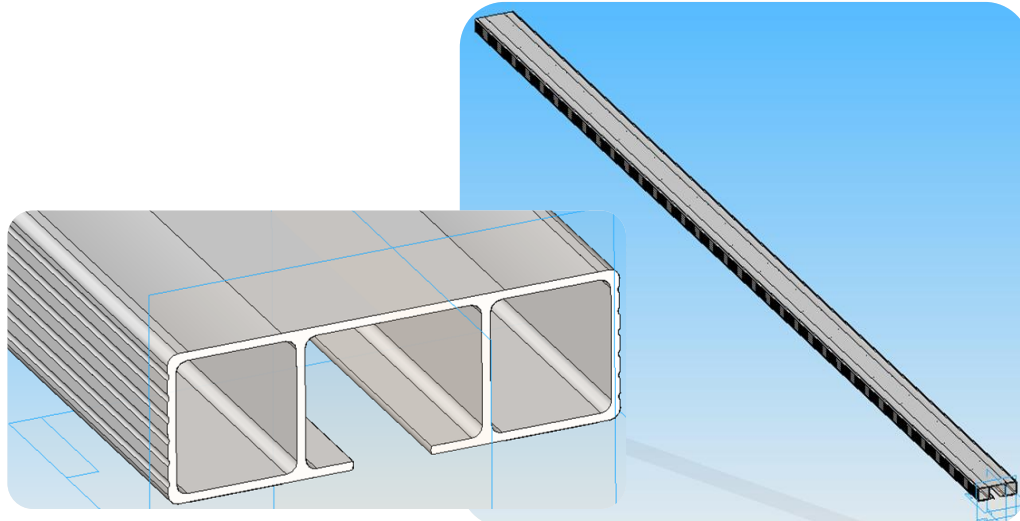
Dichos travesaños se encuentran fijados al camión mediante el empleo de unos perfiles de sujeción de acero cincado. El diseño de dichas fijaciones varía dependiendo de si la protección lateral es abatible o fija.



Figura 4.25. Perfiles de sujeción al camión para protecciones abatibles y no abatibles

El perfil exterior de PVC se caracteriza por disponer de tres huecos centrales que lo atraviesan en toda su longitud. El agujero central es algo más grande que los otros dos, se encuentra abierto en la cara posterior del sideguard y es donde va alojado el perfil de aluminio que aporta rigidez al conjunto. Así mismo también dispone de una serie de ondulaciones o canales en las secciones superior e inferior, con el objetivo de cumplir las especificaciones legales de disponer de los bordes y esquinas redondeados.

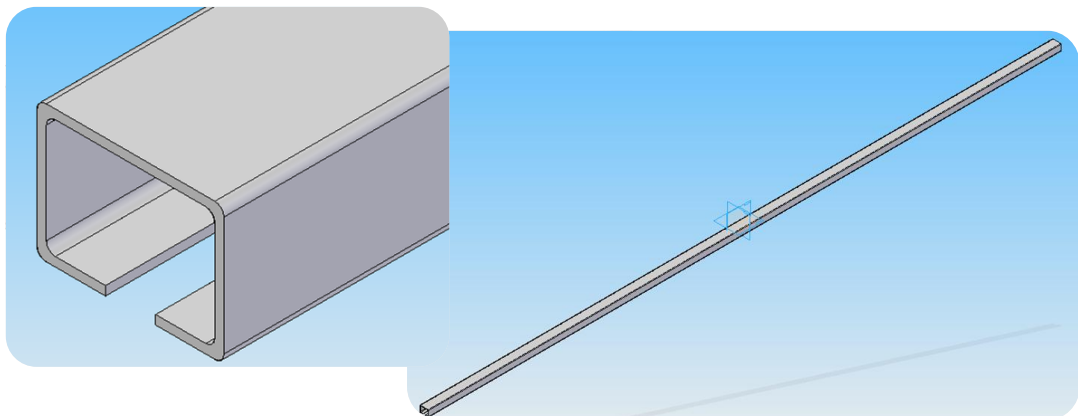




**Figura 4.26. Modelización 3D del perfil de PVC de un protector lateral**

A continuación se muestran imágenes de la sección del perfil de aluminio. El aluminio que la compone es el denominado EN AW 6063 T5. Dicho material se caracteriza por disponer de muy buena aptitud para el anodizado así como resistencia a la corrosión. También posee otras propiedades tecnológicas como la buena maquinabilidad, buena conformabilidad y buena soldabilidad. Esta serie de propiedades ya mencionadas lo hacen ideal para elementos arquitectónicos o carpintería metálica, señalización vial o elementos de cajas de camión que necesiten mayor resistencia.

A temperatura ambiente (20°C) el aluminio EN AW 6063 T5 dispone de un coeficiente de Poisson ( $\nu$ ) de 0,33 y módulo de Young (E) de valor 69500 MPa.



**Figura 4.27. Modelización 3D del perfil interior de aluminio de un protector lateral**

El perfil de aluminio se encuentra alojado dentro del hueco central de la pieza de PVC, de tal manera que las caras abiertas de ambos se encuentren en contacto. El dispositivo anticiclistas se coloca en el camión de tal manera que la superficie exterior de los travesaños

es la parte continua de los mismos. De esta manera los perfiles abiertos quedan orientados hacia atrás, ocultos a la vista tal y como se observa en la figura 4.24.

#### 4.2.2. ESTIMACIÓN DE LOS PUNTOS DE APLICACIÓN DE LA FUERZA DE COMPRESIÓN

Antes de iniciar cualquier proceso de ensayo se debe conocer dónde se realizará la fuerza de 1 KN puesto que este detalle no es especificado en la legislación. Se aplicará la fuerza en el punto más desfavorable del protector. Para ello asemejamos uno de los travesaños prototipo a una viga de tres vanos y 2 apoyos.

El caso más desfavorable para una viga biapoyada, es decir, cuando mayor es su deformación, es cuando se le aplica la carga en el punto medio de su longitud. Por lo tanto será necesario hacer el ensayo de verificación de la resistencia aplicando la fuerza establecida por ley en el punto medio de la parte central del travesaño. De esta manera podremos conocer también si la deformación máxima que se experimenta al aplicar carga en ese punto está dentro de los límites marcados por el Reglamento.

No obstante, como el travesaño no es una viga simple biapoyada si no que tiene ambos extremos libres (y además de distinta medida), habrá que verificar la deformación del protector lateral si se aplicase la carga en cada uno de dichos extremos.

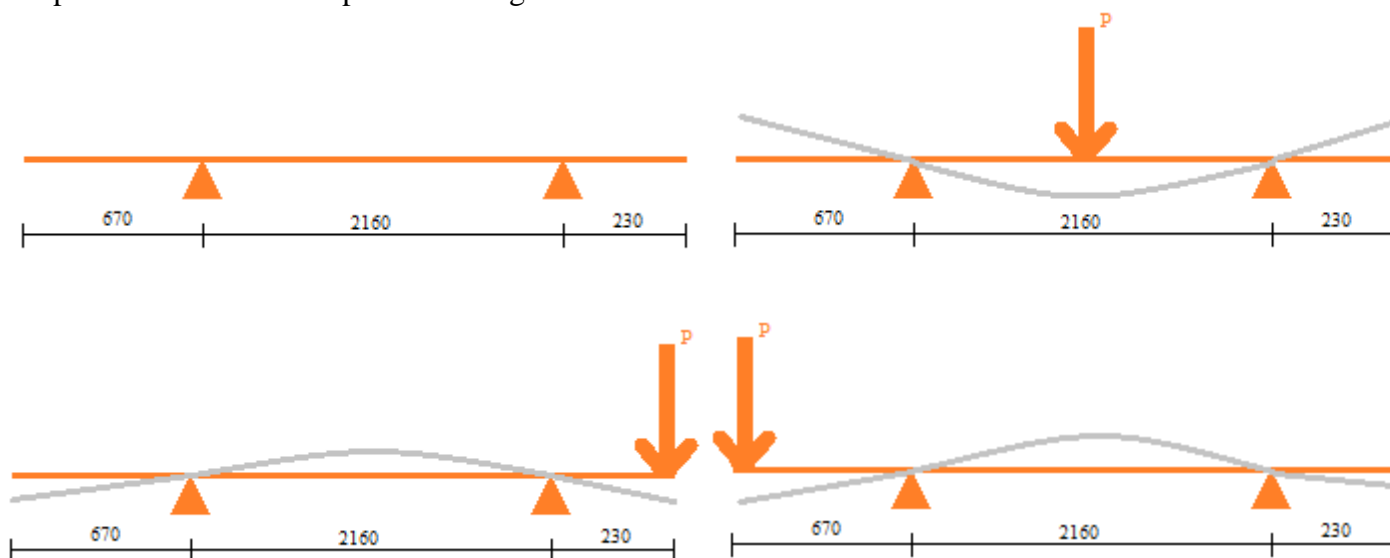


Figura 4.28. Aproximación del travesaño a una viga de 3 vanos y 2 apoyos y deformadas de la misma bajo diferentes puntos de aplicación de la carga

### 4.2.3. PROTOTIPO DE ARIETE PARA LA VERIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA

Para ensayar físicamente la resistencia a la deformación del dispositivo anticiclistas se procedió a diseñar un ariete que poseyese las disposiciones contempladas en el Reglamento 73 y que fuese capaz de ejercer la compresión requerida sobre dicho dispositivo. Tras estudiar las diversas posibilidades de diseño que hay en la actualidad, finalmente se ha optado por que el principio de funcionamiento del ariete sea neumático.

La neumática es el estudio del movimiento del aire y obtiene su máxima aplicación en el ámbito industrial en la década de los años 50. Conjuntamente a la rápida popularización de este tipo de sistemas se produce un desarrollo de los sensores.

#### 4.2.3.1. PROPIEDADES DE LA NEUMÁTICA

Los atributos de los que dispone este sistema lo convierten en un método ideal para la automatización de procesos industriales. Para poder justificar la elección de este tipo de energía se expondrán a continuación las ventajas más destacadas que posee:

- ❖ Rapidez: Gracias a la neumática se pueden conseguir tiempos de ciclo cortos en aplicaciones automatizadas.
- ❖ Limpieza: Cabe resaltar lo imprescindible de esta cualidad para algunos tipos de industrias, como puedan ser la alimentaria o la textil. No obstante, para el resto de actividades industriales sigue siendo una virtud altamente valorable, ya que necesitará menos mantenimiento al menos existirá menor riesgo de deterioro de los componentes por acumulaciones de suciedad.
- ❖ Sencillez: Tanto la construcción de los elementos neumáticos o del circuito, así como el manejo del mismo o el control de la velocidad, la fuerza la presión, se hacen de manera sencilla y asequible. No es necesaria una alta cualificación para el manejo de este tipo de máquinas. Las facilidades remarcadas supondrán un motivo más para abaratar los costes del proyecto.
- ❖ Control a distancia: Es posible controlar a distancia de manera más o menos fiable las máquinas que emplean la neumática, reduciendo de esta manera las posibilidades de que el encargado de la manipulación de la herramienta sufra algún accidente como puedan ser los atrapamientos.
- ❖ Adaptabilidad de movimientos: Gracias a la amplia gama de elementos neumáticos que se encuentran en el mercado es muy simple crear o adaptar un circuito neumático adecuado a todas las condiciones de movimientos o espacios, logrando desplazamientos horizontales, verticales, rotaciones, etc.
- ❖ Amplia disposición: No se necesita ningún tipo de procesado que limite nuestro acceso al mismo, además de ser un recurso que se encuentra en grandes cantidades al alcance de nuestra mano. Simplemente será necesario unas pequeñas y sencillas unidades neumáticas que se colocan en los circuitos para que el aire disponga de la humedad y limpieza adecuadas para la aplicación en la que se trabaje. Así se evitarán posibles daños por obstrucción u oxidación.

- ❖ **Almacenabilidad:** La gran ventaja de esta propiedad es la disponibilidad para usarse cuando sea necesario así como la posibilidad de transportarlo en recipientes o contenedores gracias a una de sus propiedades principales: la compresibilidad.
- ❖ **Seguridad:** El aire no explota ni se destruye cuando es expuesto a altas temperaturas. Dispone de una amplia gama de temperaturas ambiente bajo las cuáles efectúa trabajo seguro. Hay que añadir que ni el motor ni los componentes se quemarán si la máquina se bloquea por algún motivo, por lo que también es seguro ante sobrecargas. En ambientes de riesgo el aire es un mejor medio de energía que la electricidad, la hidráulica o el vapor.

Por último hay que valorar el aspecto económico de la implantación de este sistema ya que es uno de los factores más decisivos a la hora de llevar a cabo cualquier tipo de proyecto. A parte de las buenas cualidades ya citadas, los componentes individuales de la neumática tienen un precio significativamente más bajo si los comparamos con el resto de sistemas de transmisión de control y energía. Esto hace de la neumática un sistema de automatización más barato, condición ideal para nuestro objetivo. Además el aire de escape puede descargarse directamente a la atmósfera, ahorrando en infraestructura y procesos de tratamientos de residuos.

A continuación se recoge en el siguiente cuadro un resumen de todas las ventajas así como los posibles inconvenientes que pueda presentar su empleo:

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Rapidez: Tiempos cortos de ciclo	Dificultad para obtener velocidades estables y uniformes
Limpio	Fuerza limitada de 20 a 30 KN
Bajo mantenimiento	Alto nivel de ruido
Almacenable	Preparación del aire antes de ser usado
Seguro ante sobrecargas	Posibles fugas que reducen el rendimiento
No arde	Costos de energía elevados
No existe riesgo de explosión	En circuitos extensos hay pérdidas de carga considerables
Soporta amplia gama de temperaturas ambientales	
Bajo coste de los componentes	
Fácil adaptabilidad movimiento lineal-movimiento rotatorio	

Construcción sencilla

Manejo sencillo

**Tabla 4.5. Ventajas y desventajas de la neumática**

Claramente se observa a simple golpe de vista que las ventajas son mayores que los inconvenientes.

Una vez conocidas las desventajas que presenta este tipo de energía se procedió a estudiar con detenimiento si presentan algún obstáculo que no haga adecuado el uso de la neumática para el desarrollo del ariete. La conclusión obtenida fue que las limitaciones de las que dispone este sistema de transmisión de energía no influye ni impide en modo alguno el trabajo de la máquina destinada a ensayar la resistencia. De esta manera se constata que la elección ha sido correcta.

#### **4.2.3.2. CIRCUITOS Y ELEMENTOS DE CONTROL DEL ARIETE**

Se ha dicho con anterioridad que la tecnología elegida para diseñar el ariete es la neumática debido a sus buenas características para esta actividad. No obstante finalmente se decidió diseñar el control de la valvulería neumática mediante la electricidad. Los motivos que condujeron a tal elección fueron los siguientes:

- ❖ Simplificación del circuito controlador.
- ❖ Robustez del sistema, ya que el empleo de un control solamente neumático suele acarrear bastantes fallos en el funcionamiento.
- ❖ Facilidad en la diagnóstica en caso de que se produzca avería en la máquina.
- ❖ Reparación más sencilla en caso de deterioro o avería de algún componente.
- ❖ Reducción del coste, ya que el consumo eléctrico necesario para el funcionamiento es muy bajo (aproximadamente de 0.5 A).
- ❖ Aumento de la seguridad en el manejo de la máquina debido a la implantación de un sistema luminoso de avisos.

Todas estas ventajas conllevan a un descenso de los costes, ya sea directo o mediante la reducción de tiempos de reparación (lo que conlleva mayor disponibilidad de la máquina).

Para desarrollar el circuito que define el funcionamiento del ariete se empleó el software Festo FluidSIM. A continuación se muestra un esquema del mismo empleando los símbolos normalizados de los componentes, seguido de una explicación detallada de:

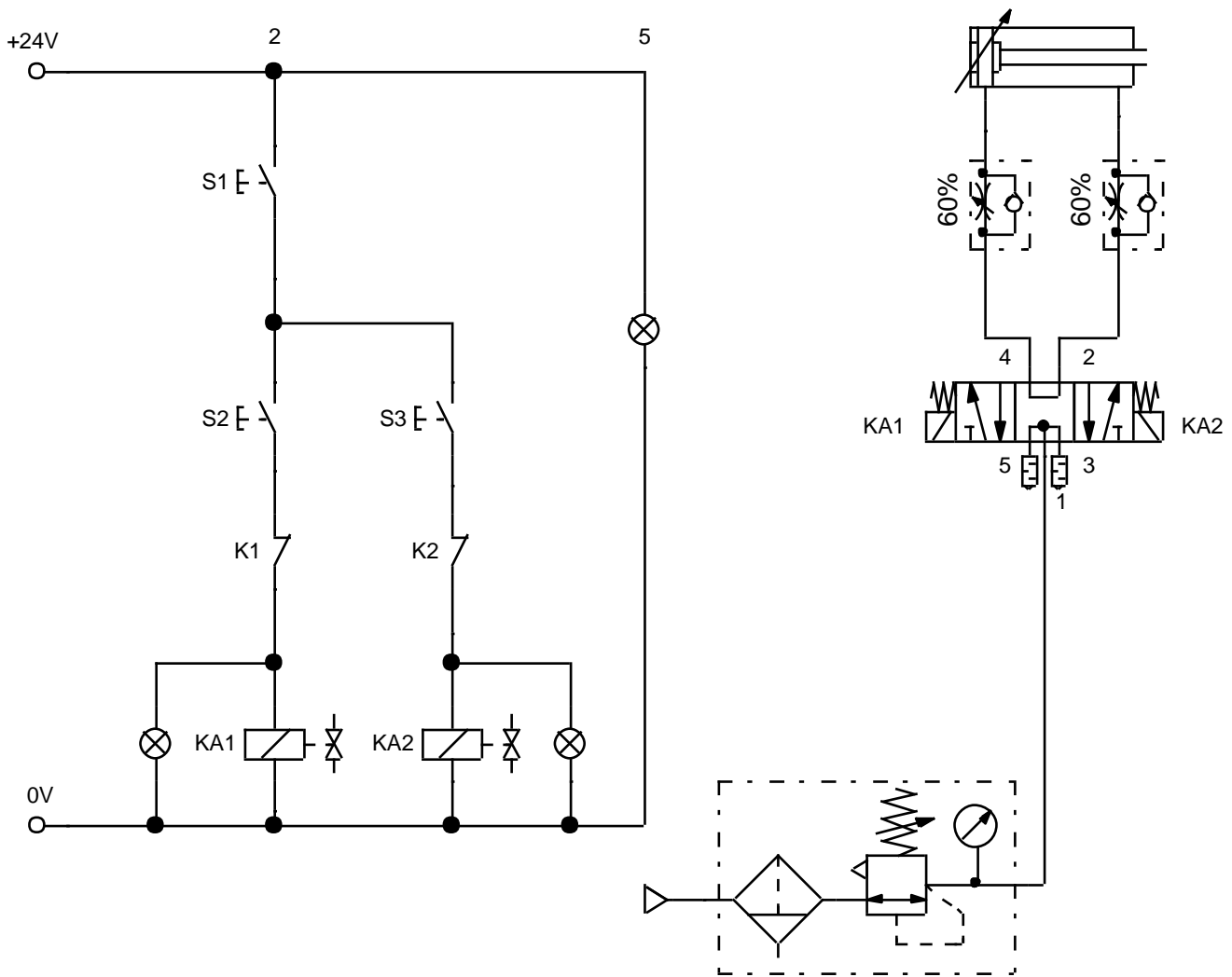


Figura 4.28. Circuito electro-neumático de control del ariete

A continuación se procederá a describir los componentes y características que conforman la parte neumática del circuito que controla el funcionamiento del ariete:

- ❖ **Fuente de alimentación:** Se trata de la fuente de aire comprimido que alimenta todo el circuito. En el ámbito industrial habitualmente las redes de aire comprimido pueden oscilar entre 6 y 10 bares de presión. En este caso se parte de una instalación cuya presión manométrica de 8 bares y se supone que tiene el dimensionado, tendido y los elementos necesarios para mantenerlas condiciones adecuadas en todos sus puntos. Asimismo se da por hecho que se dispone de una conexión adecuada para acoplar la máquina diseñada.



Figura 4.29. Símbolo normalizado de la fuente de alimentación de aire comprimido



❖ Unidad de mantenimiento:

A continuación de la fuente de alimentación de aire comprimido se dispuso una unidad de mantenimiento para acondicionar el aire que entra al circuito. La instalación de este componente garantiza la conservación de todos los elementos del circuito (incluyendo los propios conductos), reduciendo el coste adicional que se produce a la hora de sustituir los mismos por deterioro prematuro. Dicha unidad también se denomina FRL debido a sus funciones:

- **Filtración:** Esta parte de la unidad sirve para depurar el aire de entrada. De esta forma se evitan fallos o deterioro del sistema por impurezas. Se trata de un recipiente que lleva alojada una placa deflectora en la parte superior. Dicha placa se encarga de centrifugar el aire que entra en el circuito haciendo que las impurezas contenidas en el mismo impacten contra las paredes del contenedor. A continuación se precipitan al fondo y se evacuan al exterior a través de una purga manual o automática. Para que el aire sea capaz de pasar al siguiente componente de la unidad de mantenimiento deberá atravesar un filtro cuya porosidad depende del nivel de pureza que se desee.
- **Regulación:** El regulador ajusta los niveles de presión procedentes de la red de distribución al nivel necesario para el funcionamiento del circuito diseñado. Suele disponer de un lector donde se puede comprobar en todo momento que todo está correcto y dispone de la capacidad de mantener la presión constante aunque haya oscilaciones. La presión de salida se controla con una membrana. Dicha membrana se encuentra sometida a la fuerza que ejerce un muelle accionado mediante un tornillo por uno de sus lados, y por el otro, a la ejercida por la presión del aire comprimido de salida. Si el caudal disminuye, la salida experimenta un aumento de presión haciendo que la membrana se comprima y por lo tanto la válvula de asiento se cierre. En el caso de que el caudal aumente, se permite el paso de aire procedente de la red mediante la apertura de la válvula de asiento.

Por último, cuando se reduce la fuerza que experimenta el muelle el exceso de aire en la salidas libera al exterior por el orificio de escape.

- **Lubricación:** El último componente de la unidad de mantenimiento se encarga de evitar el deterioro precoz de los elementos neumáticos del circuito, el cual se origina por la fricción y la corrosión. La implantación de este tipo de medidas logra reducir los costes de mantenimiento y de repuestos, así como los tiempos de reparación.

El funcionamiento de esta parte de la unidad de mantenimiento normalmente sigue el principio de Venturi (principio por el que se establece la disminución de la presión de un fluido al hacerlo pasar por una reducción de la sección del conducto). El aire comprimido que pasa al lubricador

experimenta una leve caída de presión mediante un dispositivo. De esta forma logra el ascenso del aceite desde el vaso por un tubo hasta el dosificador de lubricante, el cual permite regular el goteo. Cada gota de aceite se atomiza en el aire comprimido, el cual lo distribuye a través del circuito a todos los elementos que se conectan al mismo.

Para garantizar el mejor rendimiento del lubricador es muy importante emplear siempre el tipo de aceite recomendado.

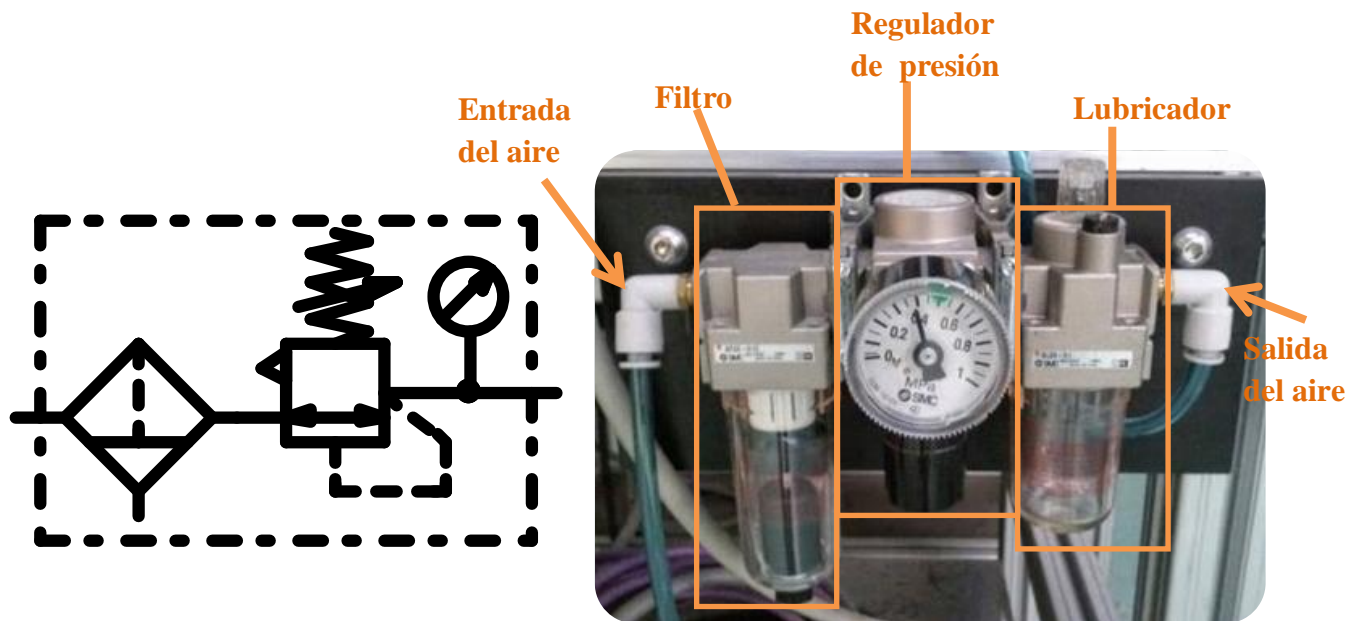


Figura 4.30. Símbolo normalizado e imagen de un FRL

- ❖ Válvula 5/3 del cilindro: También denominadas válvulas de 5 vías y 3 posiciones. Este tipo de válvulas son empleadas para controlar el avance y retroceso de los cilindros de doble efecto puesto que disponen de un escape independiente a cada lado en lugar de una común.

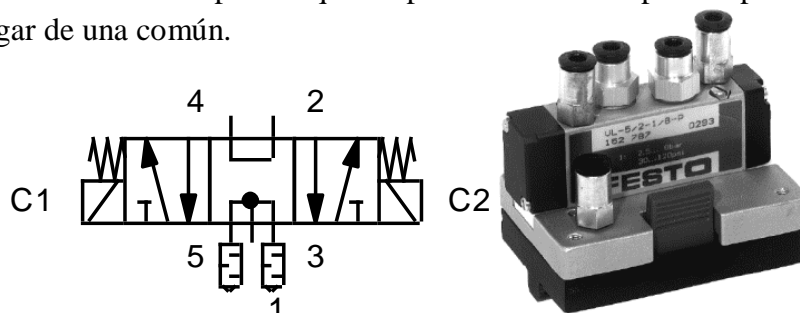


Figura 4.31. Símbolo normalizado e imagen de una válvula 5/3 accionada por relés y retorno por muelle

La válvula 5/3 se acciona mediante relés (KA1 y KA2) y dispone de retorno por muelle. La elección de estas medidas fue para aumentar la seguridad de la persona

que maneje la máquina puesto que de esta manera cada vez que se dejen de accionar los pulsadores dicha válvula retornará a la posición central de reposo.

La elección de que la posición central de la válvula sea la de reposo también fue tomada con el objeto de hacer seguro el manejo de la máquina. Dicha posición iguala las presiones a ambos lados del émbolo del cilindro, así como a la entrada y a la salida de la misma. Esto hace que en caso de que se pare el cilindro en cualquier posición intermedia tanto de retroceso como de avance, el vástago del mismo quede fijo en dicha posición, es decir, no quede loco. Asimismo se colocaron silenciadores en los escapes de aire comprimido de dicha posición con el objeto de mejorar las condiciones de trabajo del técnico, reduciendo de esta manera la necesidad de un mayor número de equipos de protección individual.

La entrada de la válvula 5/3 lleva conectada la salida del FRL, haciendo que el flujo de aire atraviese la misma y llegue hasta el cilindro, haciéndolo avanzar. Si se desea retornar el vástago del cilindro a su posición original pulsando el mando correspondiente, el aire atraviesa la parte derecha de la válvula, haciendo que la pieza alojada en su interior obture el resto de entradas y permitiendo que llegue la orden hasta el cilindro.

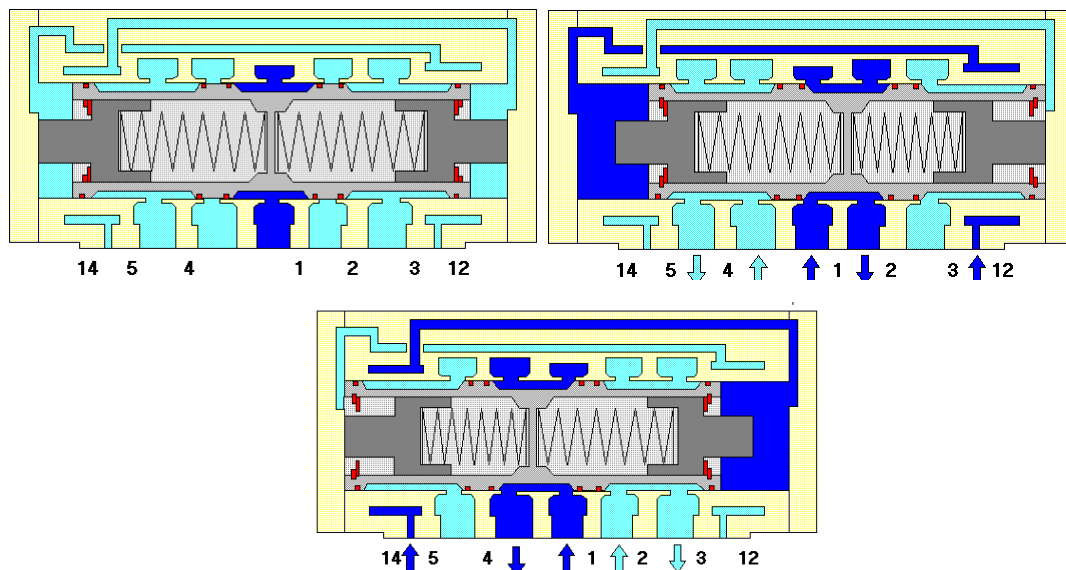


Figura 4.32. Funcionamiento de una válvula 5/3 con retorno por muelle

- ❖ **Válvulas antirretorno con estrangulación:** Se han conectado en paralelo dos válvulas antirretorno entre la válvula 5/3 y el cilindro neumático. La función de ambas válvulas es que el avance y el retroceso se hagan a una velocidad reducida, siendo así la fuerza transversal constante tal y como exige la legislación a la que se acoge este procedimiento de ensayo. La reducción de la velocidad del vástago se logra mediante el estrangulamiento del caudal que atraviesa las válvulas, en este caso se escogió un grado de apertura del 60%. Además las válvulas antirretorno dejan libre en el paso de aire comprimido en un sentido y lo cierran por completo en el contrario, evitando de esta manera posibles errores de funcionamiento o deterioro de la máquina debido a que el aire comprimido regrese a la línea de suministro.

Si el aire entra en la válvula desde el lado de la línea del suministro, la presión del mismo es lo suficientemente fuerte como para forzar la bola alojada en su interior a desplazarse hacia atrás comprimiendo el muelle y permitiendo que el flujo de aire atraviese la válvula. No obstante, si no se dispone de presión en la línea de suministro, la bola permanecerá en la posición cerrada impidiendo que el flujo acceda. En el caso de que la válvula recibiese fluido desde ambas direcciones, el lado que tiene mayor presión se impondrá al de menor.

Con estos elementos se evitan los impactos a gran velocidad, los cuáles no tienen cabida en el ensayo. Asimismo se reducen los riesgos de accidentes.

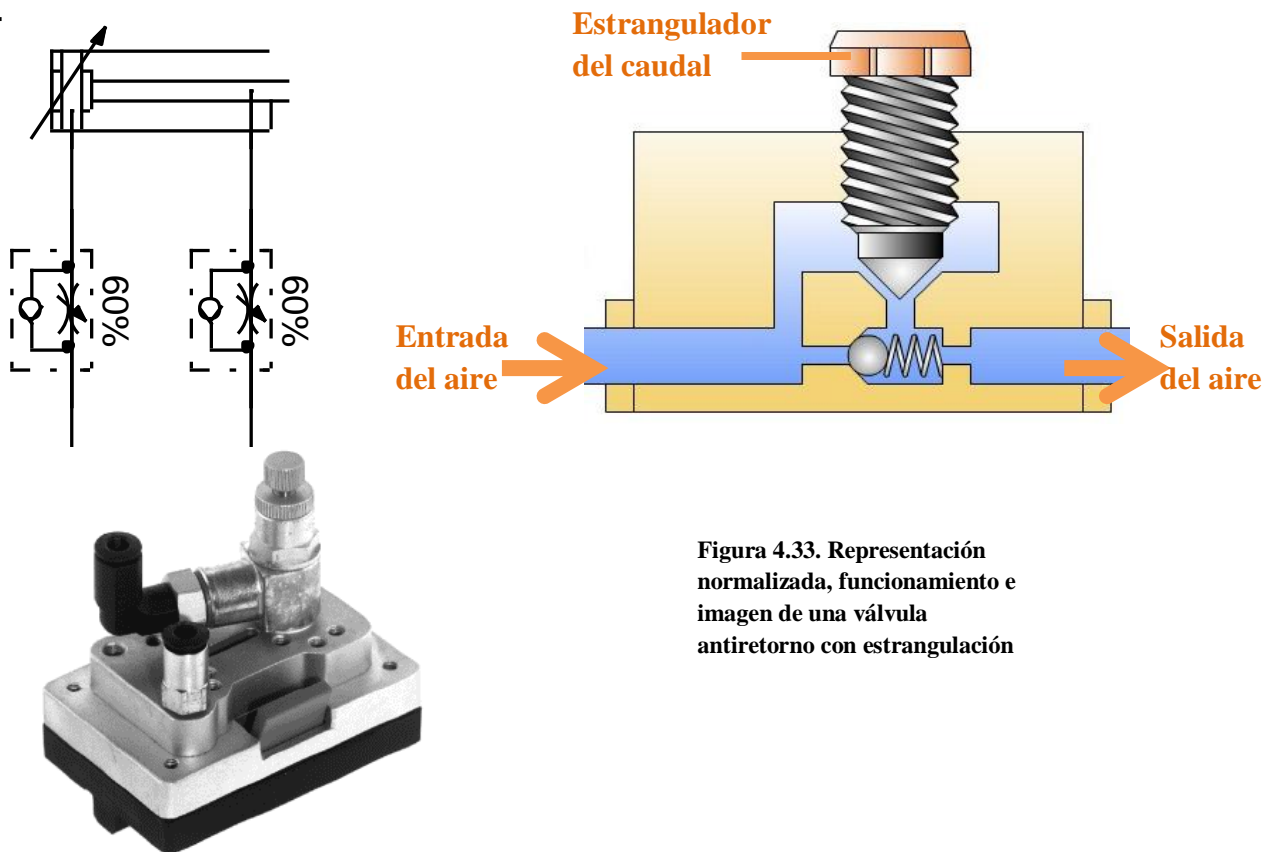


Figura 4.33. Representación normalizada, funcionamiento e imagen de una válvula antirretorno con estrangulación

- ❖ **Cilindro:** Para poder ejercer la fuerza horizontal constante de 1 KN que exige el Reglamento nº73, es necesario que al circuito ya explicado se le conecte un cilindro neumático, el cual será el que ejerza la fuerza sobre las protecciones laterales. Para llevar a cabo tal cometido se ha seleccionado un cilindro de doble efecto.

Un cilindro es el componente neumático que convierte la energía del aire comprimido en un movimiento lineal mediante el desplazamiento de un émbolo. En el caso de los cilindros de doble efecto es posible realizar el movimiento tanto en sentido de avance como de retroceso, puesto que el aire ejerce presión en ambas caras del émbolo. Esto es posible debido a que dispone de dos tomas para que circule el aire (una a cada lado del cilindro).



Figura 4.34. Representación normalizada e imagen de un cilindro de doble efecto

El cilindro de doble efecto escogido tendrá una configuración diferencial ya que solo se necesita que el trabajo se realice en el sentido de avance, pero por medidas de seguridad se quiere hacer un retorno del vástago a la posición original de manera controlada.

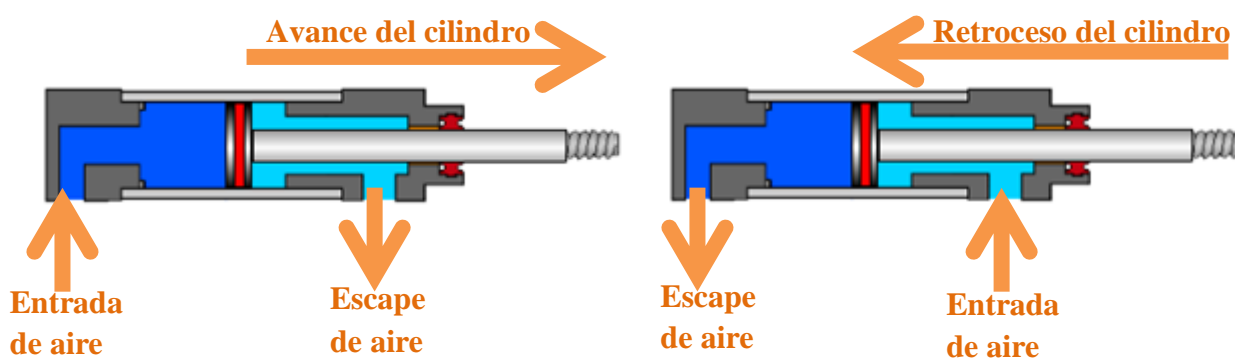


Figura 4.35. Esquema de funcionamiento de un cilindro de doble efecto

El avance se origina cuando el aire que viene del circuito neumático penetra al cilindro por la toma situada en la tapa posterior del mismo, desplazando así el émbolo y haciendo salir avanzar el vástago. Para que el pistón inicie el movimiento de retroceso, se necesita introducir el aire por la toma situada en la tapa delantera,

orden que activamos accionando el pulsador de la válvula de retroceso explicada con anterioridad.

El hecho de que el Reglamento CEPE n°73 exija que el contacto en el ensayo de resistencia se realice con una superficie circular de 220 mm de diámetro presentó la necesidad de elegir a la hora de seleccionar el cilindro adecuado, de acuerdo a dos características:

- Atendiendo al diámetro del vástago: se podía seleccionar directamente un cilindro cuyo vástago tuviese un diámetro coincidente con el valor impuesto por ley. Si se seguía este criterio, la fuerza del cilindro era muy superior a la que se necesitaba.
- Atendiendo a la fuerza proporcionada: si por el contrario se elige un cilindro cuya fuerza de salida fuese de 1 KN, el diámetro del vástago era muy inferior a lo requerido.

Debido a una cuestión de costes finalmente se optó por seleccionar el cilindro por el segundo criterio, es decir, cuya fuerza es de 1 KN. Más adelante se explica detalladamente las acciones que se tuvieron que tomar para adaptar el cilindro a las condiciones de ensayo requeridas por la normativa.

Antes de elegir el cilindro del catálogo del proveedor se procedió a hacer una serie de cálculos teóricos. De esta forma se pueden contrastar los resultados obtenidos de dichos cálculos con los datos o soluciones que ofrece el fabricante y de esta manera asegurarnos de hacer la elección correcta del cilindro. Los cálculos necesarios para el cálculo del cilindro adecuado para este cometido relacionan los conceptos de presión (P), fuerza (F) y superficie (S). A pesar de haber seleccionado un cilindro de doble efecto, solo se necesita que la fuerza requerida se realice en el sentido del avance. Por lo tanto se despreciarán los cálculos de la fuerza en el retroceso.

$$P_{aire} = \frac{F_{avance}}{S_{pistón}}$$

$$S_{pistón} = \frac{F_{avance}}{P_{aire}} = \frac{1000 \text{ N} \cdot \frac{1}{9,81 \frac{Kg}{N}}}{8 \text{ bar} \cdot 1'02 \frac{Kg}{bar}} = \frac{101'97 \text{ Kg}}{8'16 \frac{Kg}{cm^2}} = 12'49 \text{ cm}^2$$

$$S_{pistón} = \pi \cdot r_{pistón}^2 \rightarrow r_{pistón} = \sqrt{\frac{S_{pistón}}{\pi}} = \sqrt{\frac{12'49 \text{ cm}^2}{\pi}} = 1'99 \text{ cm}$$



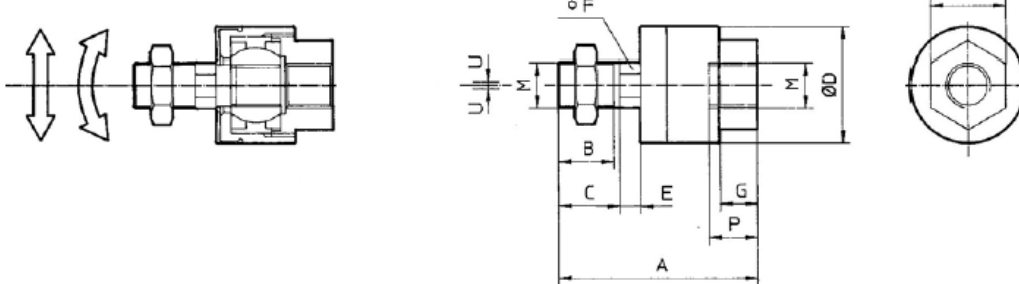
$$D_{cilindro} = 2 \cdot r_{pistón} = 2 \cdot 1'99 cm = 3'98 cm$$

Para trabajar con un margen mayor y contemplar la posibilidad de pérdidas debido al rozamiento o posibles fallos, se ha sobredimensionado el émbolo del cilindro empleando un coeficiente de seguridad de valor 1'5.

$$D'_{cilindro} = CS \cdot D_{cilindro} = 1'5 \cdot 3'98 cm = 5'97 cm = 59'7 mm$$

A continuación se procedió a buscar en los catálogos de los fabricantes un cilindro de dimensiones normalizadas que se adaptase a los requerimientos técnicos exigidos. Cuando se consulta el catálogo de cilindros neumáticos se observa que no existe un cilindro normalizado para el diámetro resultado de los cálculos. Por lo tanto se selecciona el inmediatamente superior, el cual dispone de un diámetro de 63 mm de émbolo. La carrera seleccionada para el mismo es de 100 mm. Consultando los datos técnicos que proporciona el fabricante se observa que la métrica del extremo roscado es de M16:

Junta flotante JA



Diámetro (mm)	M	Ref.	A	B	C	ØD	E	F	G	H	P	U	Carga (kN)	Peso (g)	Ángulo
32	M10 x 1.25	JA30-10-125	49.5	19.5	—	24	5	8	8	17	9	0.5	2.5	70	±5°
40	M12 x 1.25	JA40-12-125	60	20	—	31	6	11	11	22	13	0.75	4.4	160	
50, 63	M16 x 1.5	JA50-16-150	71.5	22	—	41	7.5	14	13.5	27	15	1	11	300	
80, 100	M20 x 1.5	JAH50-20-150	101	28	31	59.5	11.5	24	16	32	18	2	18	1080	
125	M27 x 2	JA125-27-200	123	34	38	66	13	27	20	41	24	2	28	1500	

\* Color negro

Figura 4.36. Datos técnicos del cilindro

A continuación se procederá a explicar detenidamente tanto los componentes como el funcionamiento de los mismos pertenecientes a la parte eléctrica del circuito de control del ariete:

- ❖ Fuentes de tensión: La tensión que se necesita emplear para el funcionamiento de la máquina encargada de la verificación de la resistencia se representa mediante los símbolos normalizados de +24V y 0V. Estos símbolos representan los puntos de conexión a la fuente de tensión e indican que la misma dispone de una diferencia de potencial de 24V entre sus bornes.



Figura 4.37. Símbolos normalizados de las fuentes de tensión

El esquema eléctrico de los mandos de control se ha representado según la manera normalizada establecida. Para ello se deben situar el borne de +24V en la parte superior. A continuación, dispuestos en vertical y unidos a dicha conexión deberán aparecer los contactos (los cuales tienen como misión controlar el paso de corriente). Por debajo de los contactos siempre se deberán poner también en vertical los elementos activos del circuito (elementos que realizan acciones y consumen energía). Finalmente se deberán conectar con el borne de 0V situado en la parte inferior del circuito.

- ❖ Accionamiento de avance y retroceso del cilindro: Para conservar la seguridad a lo largo de la realización de los ensayos de verificación de la resistencia se ha decidido diseñar los mandos de control de manera que el técnico deba tener ambas manos ocupadas en los accionamientos. Mediante el empleo de este diseño se reducen los riesgos por atrapamiento o aplastamiento, ya que debe estar siempre colocado obligatoriamente por detrás del cilindro.  
Para hacer que el vástago comience a suministrar fuerza a la protección lateral es necesario que el operario presione simultáneamente dos pulsadores: S1 y S2. Si por el contrario se desea hacer retroceder al cilindro para devolverlo a su posición original, se deberá pulsar también de manera simultánea los botones S1 y S3.  
En caso de que se deje de pulsar uno o los dos botones necesarios para cualquiera de los movimientos del vástago, la máquina no funcionará.  
Como complemento de esta medida se han instalado a continuación de cada pulsador un contacto normalmente cerrado de los relés.

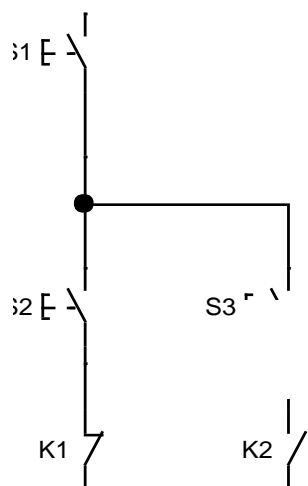


Figura 4.38. Mandos de control para el avance y el retroceso del cilindro

- ❖ Balizas luminosas de seguridad: Se han colocado tres balizas luminosas de diferentes colores con la misión de aumentar la seguridad de la persona que trabaje con la máquina. Este sistema luminoso avisa de cada acción en función de la acción que esté realizando la máquina en cada momento, de una manera sencilla y rápida. Así cuando se acciona el interruptor S0 que permite el paso de corriente al sistema se enciende una baliza luminosa de color blanco. En el momento en el que se hace avanzar el cilindro neumático para ejercer la compresión requerida sobre el sideguard, se enciende otro dispositivo luminoso de color verde. Por último, para advertir el momento en el que el vástago se hace retroceder con el objeto de retornarlo a su posición inicial, se encenderá la última baliza, esta vez de color naranja. Se ha escogido la opción de una baliza apilable para disminuir el espacio ocupado. Se posicionarán sobre el cuadro eléctrico de la máquina.



Figura 4.39. Balizas luminosas de seguridad apilables seleccionadas

- ❖ Relés de avance y retroceso: Como ya se ha comentado anteriormente, los relés se emplean en este circuito para convertir las señales de control en el accionamiento de la válvula neumática 5/3. Las ventajas más importantes de estos componentes es, por un lado, que permiten el mando indirecto del cilindro reduciendo los conductores de control a un tamaño mínimo; y por otro que disponen de la capacidad de controlar elementos de elevada intensidad y potencia empleando un consumo de potencia muy reducido.

En el circuito diseñado (ver figura 4.38) se ha conectado el pulsador encargado de activar el avance del cilindro (S1), con el relé que desplaza la válvula 5/3 a su posición de apertura (KA1), y a su vez con una señal luminosa de color verde. Siguiendo este mismo modo de funcionamiento, el segundo relé (KA2) hace que la válvula 5/3 haga escapar el aire del cilindro mientras se activa una señal luminosa de color naranja.

#### 4.2.3.3. CONTROL DE LA FUERZA EJERCIDA POR EL ARIETE

Para poder controlar en todo momento la fuerza que está ejerciendo el ariete sobre el dispositivo de protección lateral se empleará un dinamómetro de compresión. Dicho dinamómetro (modelo PCE-FB-5K) deberá colocarse roscado al vástago del cilindro neumático. Dispone de un rango de medición de 5000N, con una precisión de  $\pm 0,1\%$  de la medición y conexión USB. Dispone de unas dimensiones de 210 x 110 x 40 mm, pesa aproximadamente 700g y funciona mediante pilas.



Figura 4.40. Dinamómetro de compresión seleccionado

La célula de compresión elegida tiene forma de “S” y va roscada en la parte final del cilindro. De esta manera, antes de empezar el ensayo el operario deberá proceder a encender el dinamómetro. Cuando el vástago avanza y ejerce presión sobre el dispositivo anticiclistas, la célula experimenta previamente esa compresión y refleja en el software y la pantalla de las que dispone, el valor de la fuerza que se está ejerciendo en ese momento. El dinamómetro se suministra con un software específico para registrar las mediciones, lo que permitirá crear un gráfico tensión-deformación del sideguard en el ordenador.



Figura 4.41. Esquema de conexión para el control de la fuerza ejercida

Como dispone de métrica M6x9mm será necesario hacer una pieza que permita roscarlo al cilindro (cuya métrica es M16x1'5mm). Este adaptador se encuentra fácilmente en el mercado y consiste en una pieza con una métrica y profundidad en uno de sus extremos, y en el opuesto la métrica y profundidad que se desea lograr.

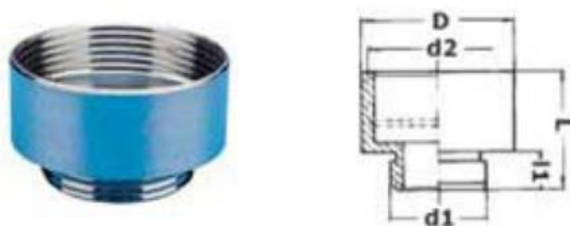


Figura 4.42. Adaptador de rosca

ELEMENTO	MEDIDA
d2	M16
d1	M6
L	22 mm
11	12 mm

Tabla 4.6. Cotas del adaptador de rosca

Es importante que el fabricante del medidor de fuerza nos informe del número de ciclos tras los cuales es necesario recalibrar el dinamómetro. Para poder dar una medida fidedigna de la resistencia se llevará un control exhaustivo de las fechas de calibración. Asimismo y con el mismo objetivo, deberá colocarse una pegatina plastificada sobre el dinamómetro indicando la fecha de la última calibración así como la fecha de la próxima que le corresponde.

En caso de que el vástago esté ejerciendo una fuerza mayor de 1 KN, se regulará la misma liberando presión del cilindro mediante los escapes del mismo.

#### 4.2.3.4.CABEZAL DEL ARIETE

Aparte de las condiciones de fuerza y deformación ya detalladas con anterioridad en este trabajo, el Reglamento establece una serie de restricciones específicas a la hora de diseñar esta máquina. Uno de los requisitos de diseño impuestos por la legislación es que el cabezal del ariete debe ser de superficie circular. Así mismo el diámetro máximo de dicho cabezal tendrá que estar en 220 mm +/- 10 mm. Como ya se ha comentado con anterioridad, debido a que el vástago del cilindro neumático dispone de un diámetro menor que lo establecido por la ley, se ha decidido elaborar un cabezal que se acople al mismo. Dicho cabezal va colocado en el extremo libre del dinamómetro, roscado mediante un macho que penetra en el agujero también roscado de la célula de carga del dinamómetro.

A la hora de seleccionar el material adecuado para la fabricación del cabezal se contemplaron diversas opciones. Los materiales que mejor se adaptaban a las condiciones de trabajo eran el aluminio, el nylon, el titanio y el acero inoxidable. Tras estudiar las características mecánicas, de fabricación y económicas de los diferentes materiales se seleccionó finalmente el nylon.

El nylon es un polímero cristalino artificial perteneciente a las poliamidas. Su uso en el ámbito de la ingeniería mecánica está bastante asentado ya que se suelen fabricar en este material elementos tales como neumáticos, engranajes, asientos de válvulas, cojinetes, tornillos, rodamientos y excéntricas. Igualmente se emplea en utensilios de uso diario como pueden ser los cepillos de dientes (cerdas), cremalleras, medias o cuerdas de guitarra entre otros.

La dureza, la elevada resistencia mecánica, la alta tenacidad, la rigidez, la anti adherencia, la resistencia al desgaste, a la abrasión, calor o a aceites grasas que pueden encontrarse en el ambiente de trabajo, son algunas de las propiedades que le han llevado a ser seleccionado para confeccionar el cabezal del ariete. Asimismo pueden funcionar sin necesidad de lubricación, lo que supone un ahorro económico en el mantenimiento. Otra de las ventajas del empleo del nylon es la capacidad de la que dispone para amortiguar vibraciones, golpes y ruido lo hacen ideal para su función de herramienta de compresión de los side guards.

El último paso es decidir el modo de fabricación que se va a emplear para elaborar dicho elemento de la máquina. Una de las ventajas de emplear el nylon como material es que permite diversos modos de fabricación, ya que puede ser tanto extruido como mecanizado. Así en la mayoría de los casos se puede producir el objeto deseado en sola pieza. La gran ventaja de estas propiedades es que se logra abaratar los costes y evitar cualquier clase de problemas derivados del ensamblado de diferentes piezas.



**Figura 4.43. Barras para mecanizado y piezas mecanizadas de nylon**

Como se busca reducir los costes todo lo posible, la extrusión no es la manera más adecuada para fabricar el material. El hecho de que solamente se necesite una pieza no hace rentable la elaboración de un molde.

Por lo tanto se procederá a fabricar el cabezal diseñado partiendo de una barra de nylon de 225 mm de diámetro y 45 mm de longitud mediante mecanizado. Se estima necesaria media hora de preparación y programación de la máquina CNC, 15 minutos de operaciones y 2 minutos para el rebarbado. Esto hace que su fabricación dure aproximadamente 0'75 horas. A continuación se presenta un cuadro comparativo de los tiempos de fabricación necesarios para algunos de los materiales que se consideraron:

<b>MATERIAL</b>	Nylon	Aluminio	Titanio	Acero inoxidable
<b>TIEMPO EMPLEADO</b>	0'75 h	0'75 h	2 x 0'75 h	3 x 0'75 h
<b>TIEMPO TOTAL DE MECANIZADO</b>	<b>0'75 h</b>	<b>0'75 h</b>	<b>1,5 h</b>	<b>2'25 h</b>

**Tabla 4.6. Tabla comparativa de tiempos de mecanizado de diferentes materiales**



A continuación se adjuntan unas imágenes que muestran tanto la forma como las dimensiones del cabezal diseñado:

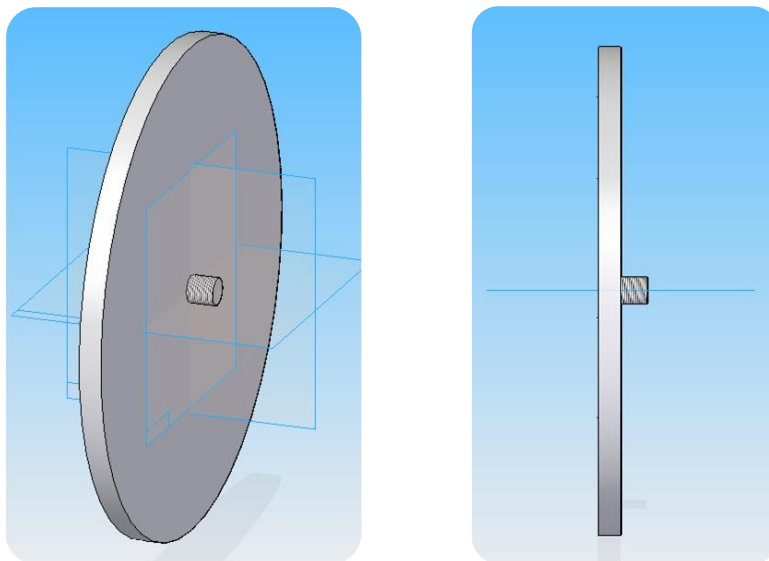


Figura 4.44. Cabezal de nylon del ariete

#### 4.2.3.5. CONTROL DE LA DEFORMACIÓN QUE EXPERIMENTA LA PROTECCIÓN LATERAL

Como ya se ha comentado en el apartado de los requisitos exigidos por el Reglamento CEPE 73, aparte de soportar la fuerza horizontal de 1 KN, deberá deformarse como mucho 150 mm en el punto donde se aplica la fuerza y 30 mm en los 250 mm posteriores.

Para poder verificar el cumplimiento de la deformación máxima de 150 mm se ha decidido instalar un sensor de medición láser sobre la camisa del cilindro. Concretamente se ha elegido el modelo LE 550 de la marca Banner. Las ventajas de este sensor son su gran precisión, un rango de medidas adaptable al ensayo, la capacidad de reflejar el haz de láser en mucha variedad de materiales (incluso mates), la disposición de una pantalla en el mismo sensor que refleja las mediciones realizadas y una botonera de control. Además dispone de una alarma programable para una o dos cotas determinadas y un rango de alcance de entre 0 y 550 mm. Al igual que en los sensores anteriores se suministran los cables de conexión necesarios.

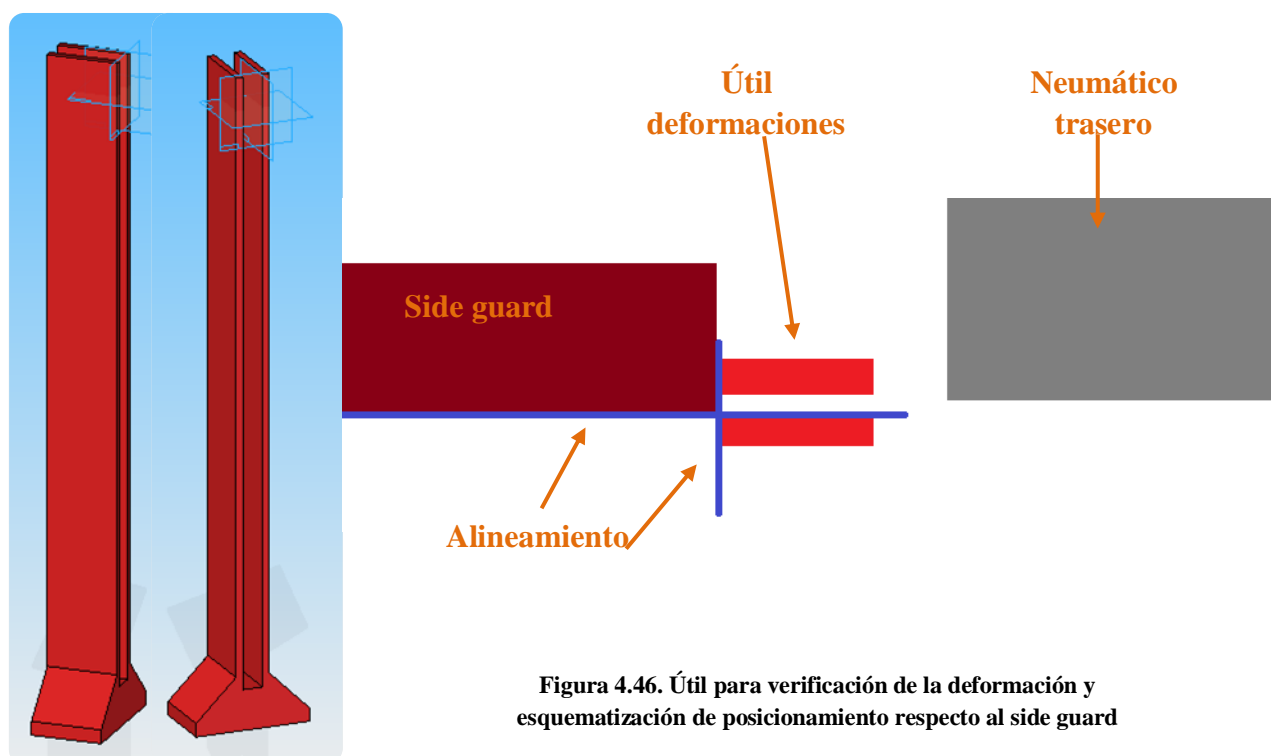
Para poder adaptar el sensor al cilindro se dispondrá de una carcasa metálica que suministra el fabricante. Dicha carcasa se sujeta a la camisa del cilindro mediante unas bridas, de tal manera que el extremo de la parte del sensor y receptor de la misma coincida con el borde del cilindro.



**Figura 4.45. Medidor láser para el control de la deformación del protector lateral y su estructura de sujeción**

Debido a que este modelo de sensor dispone de una alarma configurable para uno o dos puntos diferentes, se deberá hacer una medición cuando el cabezal del cilindro entre en contacto con la superficie. A continuación se programará la alarma para dicho punto y otro (punto límite) que se encuentre a 150 mm del primero. Una vez que se ha alcanzado la máxima fuerza se deberá revisar la medición que está haciendo el sensor en dicho momento y anotarla. En caso de que la alarma del sensor salte antes de alcanzar la fuerza máxima de 1KN, el protector no será válido y deberá cancelarse la homologación.

La parte del proceso de verificación de la resistencia en los 250 mm posteriores se hará mediante otro útil “pasa/no pasa” de PVC. Para ello deberá colocarse dicho útil antes del comienzo del ensayo de pie y pegado al extremo posterior del side guard. Deberá alinearse el borde interior de la parte anterior del útil con el borde posterior del protector. De esta manera cuando se someta a compresión al protector, si cumple con los requisitos, quedará delimitado dentro del perfil de “U” que tiene el útil. A golpe de simple vista se sabrá si cumple o no cumple.



**Figura 4.46. Útil para verificación de la deformación y esquematización de posicionamiento respecto al side guard**

#### 4.2.3.6.MUEBLES AUXILIARES

La puesta en práctica del proceso diseñado conlleva la necesidad de disponer de muebles auxiliares. En este caso se ha pensado que lo ideal son un carrito y un de diferentes características.

Como ya se ha mencionado será necesario que el técnico que realiza la inspección disponga de un ordenador. Será necesario para su colocación un carrito que disponga de las condiciones ergonómicas necesarias para el trabajo sobre él de pie y que disponga de ruedas para poder desplazarlo. Además sería conveniente que dispusiese de una balda inferior donde colocar los útiles empleados en el proceso de manera accesible, etiquetada y ordenada. En el ámbito industrial es común construir carritos adaptables a cada actividad mediante varillas y uniones de PVC.

En lo referente al prototipo teórico del ariete será necesario un armario. Los elementos que componen el ariete irán colocados sobre un armario que disponga de una parte cerrada mediante dos puertas batientes. Dicho armario y su disposición deberá cumplir:

- ❖ Deberá disponer de las dimensiones adecuadas para el correcto emplazamiento de todos los elementos que constituyen el ariete. Además su altura deberá ajustarse a la altura adecuada para que el cabezal del cilindro apoye sobre el travesaño inferior del protector.
- ❖ El cilindro estará colocado a la vista e irá fijado a la superficie superior del armario mediante cuatro escuadras. El borde del vástago del mismo en su posición de reposo deberá coincidir con el borde longitudinal del armario.
- ❖ El resto de los elementos neumáticos del ariete deberán ir alojados en la parte cerrada del armario por motivos de seguridad. Dicha parte se colocará perpendicular al plano longitudinal del vehículo a ensayar.
- ❖ El cuadro eléctrico y de mandos se colocará en el extremo posterior al que contiene el vástago del cilindro. De esta manera el operario siempre se encontrará en el lado opuesto a donde se ejerce la presión, reduciéndola posibilidad de que ocurra un atrapamiento.
- ❖ El armario va provisto de ruedas con frenos en sus cuatro patas.

#### 4.2.3.7.POSICIÓN DEL ARIETE EN EL ENSAYO

Una vez que se ha colocado el vehículo a ensayar en su posición establecida, el operario procederá a medir y marcar el punto medio de la distancia entre soportes verticales del protector lateral. Dicho punto será sobre el cual se ejerza la fuerza de compresión mediante el ariete. A continuación se colocará el armario de tal forma que el ariete quede centrado, perpendicular a dicho punto y aproximadamente a una distancia de 3 cm. Esta distancia



especificada servirá para que el cilindro pueda alcanzar fácilmente la fuerza de 1KN cuando entre en contacto con la superficie del protector lateral.

El ensayo se repetirá aplicando la fuerza en los extremos anterior y posterior del side guard.

## 5. CONCESIÓN DE LA HOMOLOGACIÓN

Una vez que los dispositivos de protección lateral han superado satisfactoriamente las pruebas realizadas en los ensayos y la inspección visual detallados con anterioridad, debe procederse a la inspección de la marca de homologación. Además el Reglamento especifica que antes de conceder la homologación, el organismo competente deberá asegurar que el proceso y control de la producción garantizan el cumplimiento de los requisitos necesarios del side guard.

La concesión de la homologación debe contemplar diversos campos:

- ❖ Número de homologación.
- ❖ Expediente de homologación.
- ❖ Marca de homologación

Según indica el Reglamento CEPE 73 en su punto 5.2.: “Se asignará un número de homologación a cada tipo homologado”. Cada número asignado por la Parte Contratante deberá ser único, es decir, no se podrá asignar el mismo número de homologación a otro tipo de vehículo. El formato de dicho número está normalizado de la siguiente manera: debe comenzar por dos números que reflejan “la serie de enmiendas que han incorporado los últimos cambios importantes de carácter técnico realizados en el Reglamento en el que se expida la homologación”<sup>5</sup>. En este momento los dígitos que deben aparecer al inicio son el 00.

En lo referente a la marca de homologación también existe una regulación en la forma. Las cláusulas que debe cumplir dicha marca conciernen tanto a su forma como a su disposición. A continuación se explican detalladamente:

- ❖ Debe ir colocada en un emplazamiento visible y fácilmente accesible. De esta manera se podrá consultar en sin complicaciones en cualquier momento.
- ❖ Deberá ser imborrable y permanente y leerse de manera clara.
- ❖ Constará de una letra “E” (mayúscula) acompañada del número con el que se identifica al país que expide y certifica la homologación. En el caso de España es el número 9. La letra y el número deben ir rodeados con un círculo. Seguidamente se muestra un ejemplo de cómo deberá ser:

---

<sup>5</sup>Reglamento CEPE nº 73 punto 5.2



Figura 5.1. Ejemplo de marca de homologación

ELEMENTO	MEDIDA
Diámetro del círculo	a
Altura letra	a / 2
Altura número	a / 3

Tabla 5.1. Cotas normalizadas de los números y letras de la marca de homologación.

Donde a deberá medir 8 mm como mínimo.

- ❖ Al lado del círculo deberá aparecer el número del reglamento que rige las pruebas (en este caso el 73), acompañado de una letra “R” mayúscula. A continuación irá colocado un guión y el número de homologación que se le ha concedido (el cual ya se ha explicado cómo deberá ser).

**73 R-002439**

Figura 5.2. Ejemplo del código de marca de homologación

ELEMENTO	MEDIDA
Altura números y letras	a / 3

Tabla 5.2. Cotas normalizadas de los números y letras del código de homologación.

- ❖ La marca de homologación se emplazará en la placa informativa del vehículo la cual coloca el fabricante, o en su defecto, muy cerca de la misma.

Finalmente se muestra un ejemplo de cómo quedaría de manera completa la marca de homologación válida:



**73 R-002439**

Figura 5.3. Ejemplo de marca de homologación completa

No obstante, existe una variante de este tipo de marca en el Reglamento 73. Dicho modelo es para cuando los vehículos se acojan a más de un reglamento adjuntos al Acuerdo en el país que concede la homologación. En este caso deberá aparecer un solo símbolo con la letra y el número del país donde se homologa, acompañado de columnas verticales a su derecha. En la columna de la izquierda se escribirá el número de Reglamento al que se acoge y en la de la derecha el código o número de homologación que ha recibido. En el siguiente ejemplo muestra que se ha recibido homologación de acuerdo a la versión actual del Reglamento CEPE nº 73 y de la segunda modificación del Reglamento CEPE nº 38 (reglamento inventado para el ejemplo).

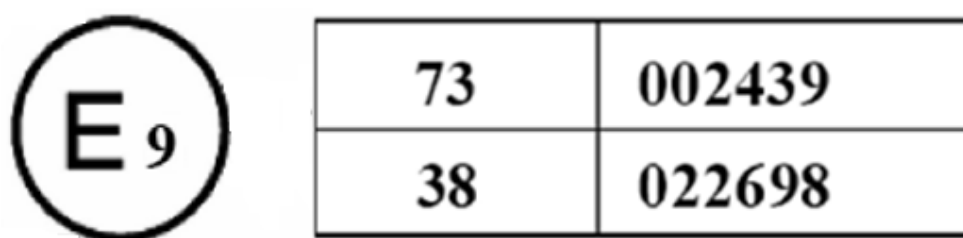


Figura 5.4. Ejemplo de variante de marca de homologación para vehículos acogidos a más de un Reglamento.

ELEMENTO	MEDIDA
Altura números y letras	a / 3
Altura rectángulos individuales	a

Tabla 5.3. Cotas normalizadas de los números y letras de la variante de la variante de la marca de homologación para vehículos acogidos a más de un Reglamento.

La cuarta hoja del documento soporte mencionado con anterioridad refleja el cuestionario cumple/no cumple adecuado para la verificación de la marca de homologación. El proceso de cumplimentación es el mismo que para el resto de hojas.

Una vez que se han completado todas las fases de los procesos de control el fabricante recibir un documento oficial que acredite la homologación de los mismos. En el anexo 1 del Reglamento también se define una estructura básica con los datos mínimos que debe contener el expediente que concede la homologación de los side guards. Siguiendo estas directrices se ha elaborado un documento que se adjunta en el Anexo XVII. Dicho documento contiene una primera parte de información que debe facilitar el fabricante. Para completar la parte del ensayo simplemente se deberá rellenar con “CUMPLE” o “NO CUMPLE” cada afirmación recogida en el mismo.



## **6. PLIEGO DE CONDICIONES**

En el presente apartado se detallan las condiciones, normas, derechos, y responsabilidades que puede conllevar la práctica de este método de ensayo.

### **6.1.CONDICIONES DE LAS INSTALACIONES PARA EL DESARROLLO DE LOS ENSAYOS**

Como se ha comentado durante el desarrollo del presente proyecto se presupone que el laboratorio que ponga en práctica esta metodología de ensayo descrita dispone de los requisitos necesarios descritos en el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Algunas de las siguientes características son condiciones indispensables para el desarrollo correcto de la metodología de ensayo:

- ❖ Condiciones ambientales adecuadas para la realización de cualquier trabajo: ventilación, luz, refrigeración (todos los ensayos están calculados para presiones y temperaturas normales del ambiente. Cualquier variación drástica de las mismas puede afectar al funcionamiento y resultado de los ensayos), limpieza, etc.
- ❖ Condiciones necesarias para el funcionamiento de las máquinas: tomas de corriente, tomas de aire comprimido, etc.
- ❖ Existencia de lavabos e inodoros para el uso de los trabajadores.
- ❖ Existencia de un ordenador portátil y otros ordenadores para emplear tanto el software ya mencionado como la herramienta informática de apoyo al seguimiento del ensayo.

### **6.2.NORMAS DE EJECUCIÓN**

Las normas de ejecución en cada parte del proceso de verificación han ido siendo especificadas y detalladas a lo largo de la descripción de los mismos.

La entrega del certificado de homologación así como de su correspondiente contraseña no se hará hasta que se haya asegurado el cumplimiento de todos los requisitos técnicos que establece el Reglamento CEPE nº 73 (especificados en el apartado 3.6.1. del presente proyecto).

En adicción a lo ya especificado con anterioridad, el proceso de homologación de las protecciones laterales deberá hacerse de acuerdo a las condiciones establecidas en el apartado de seguridad y salud en el trabajo de este apartado.

## **6.3.SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**

### **6.3.1. ALCANCE**

En el presente estudio básico de seguridad y salud en el trabajo se pretende establecer las disposiciones o requisitos mínimos para la seguridad durante el desarrollo de las actividades asociadas a la homologación de los dispositivos anticiclistas. Además se contemplan las enfermedades profesionales o las derivadas de la ejecución de trabajos de mantenimiento.

### **6.3.2. PERSONAL Y PLAZO DE EJECUCIÓN**

Se prevé que el plazo necesario para llevar a cabo todas las verificaciones y ensayos necesarios oscila entre los dos y tres días. No obstante, antes de comenzar el proceso de homologación el laboratorio deberá indicar el plazo estimado para el trabajo en base a la actividad que tenga en ese momento dicho laboratorio.

En lo referente al personal hay que diferenciar entre el posicionamiento del vehículo y la elaboración de las pruebas. En el primer caso será necesario un número máximo de dos operarios para poder colocar el camión en la posición adecuada. En cuanto a la elaboración de las pruebas y verificaciones correspondientes solamente será un técnico el que se dedique a dicha actividad.

### **6.3.3. CALIDAD DE LOS MATERIALES**

Todos los materiales empleados para la fabricación de las máquinas, herramientas y útiles descritos a lo largo de este apartado serán nuevos y deberán disponer del nivel de calidad mínimo que se ha especificado a lo largo del presente trabajo. Además todos deberán disponer de sus respectivos certificados de calidad.

El dinamómetro y todos los sensores de medición láser deberán venir acompañados también de la información relativa a los ciclos necesarios para su recalibración.

Todos los equipos de trabajo empleados en el proceso de homologación deberán cumplir con las especificaciones exigidas por el “Real Decreto 1215/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y de salud”. Al ser el servicio técnico de homologación usuario de los mismos se deben verificar que se cumplen las condiciones establecidas.

### **6.3.4. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES: EPIS Y MEDIDAS DE SEGURIDAD**

Obviando las penalizaciones legales que puedan suponer, el sector industrial se orienta hacia una filosofía de trabajo donde las medidas de seguridad de sus trabajadores cobran vital importancia. De hecho, hoy en día las empresas de todos los sectores consideran motivo de orgullo el número de días sin accidente que han transcurrido desde que sucedió el último, teniendo un gran peso en las mismas los Departamentos de Seguridad e Higiene. Para ello no solo se toman medidas específicas de protección contra potenciales riesgos, si no que además se realizan numerosas campañas para concienciar a los trabajadores del uso de una conducta segura.

Por todos estos motivos es importante realizar las especificaciones que se detallarán a continuación, a parte de las medidas de seguridad ya citadas a lo largo del presente proyecto. Dichas especificaciones están basadas

#### **6.3.4.1. REVISIÓN Y MANTENIMIENTO**

Será necesario establecer un plan de revisión y mantenimiento de todos los equipos de ensayo e instalaciones para poder garantizar el buen estado de los mismos y mantener la seguridad en el proceso de homologación de las protecciones laterales.

#### **6.3.4.2. RÓTULOS, SEÑALES Y ADVERTENCIAS EN MAQUINAS**

Cada máquina o herramienta empleada en el proceso de homologación deberá disponer de rótulos, señales y/o de placas indicando las instrucciones relativas a la utilización, reglaje y mantenimiento, con el objeto de garantizar la salud y seguridad de las personas durante el desarrollo de las actividades. Dichas señalizaciones deberán ir colocadas en un lugar visible y ser indelebles.

#### **6.3.4.3. RIESGOS LABORALES ASOCIADOS A LA ACTIVIDAD DESARROLLADA**

A continuación se detallan los riesgos que existentes tanto en el laboratorio (unidad de ensayo) como los asociados al manejo de los materiales y de la maquinaria. Por este motivo todos los riesgos citados deberán señalizarse mediante carteles que reflejen su simbología correspondiente.

- ❖ Aplastamientos
- ❖ Atrapamientos
- ❖ Atropellos
- ❖ Vuelco de máquinas

- ❖ Contactos eléctricos directos e indirectos
- ❖ Ruido.
- ❖ Caída de personas al mismo nivel.
- ❖ Cortes y/o cortes con objetos.
- ❖ Sobreesfuerzos.
- ❖ Pisada sobre objetos punzantes.

Los carteles irán colocados en zonas visibles.



Figura 6.1. Señales de advertencia obligatorias asociadas a la actividad desarrollada

#### 6.3.4.4. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

##### 6.3.4.4.1. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Como se ha impuesto que los elementos neumáticos queden ocultos, solamente será necesario el empleo de botas de seguridad para proteger al técnico que realice el ensayo. Igual que se ha citado antes, deberán colocarse indicadores normalizados que adviertan de la obligatoriedad de este tipo de equipos. Asimismo habrá que exigir en todo momento el cumplimiento de esta medida a los técnicos de laboratorio.



Figura 6.2. Señalización de los EPIS obligatorios

#### 6.3.4.4.2. PROTECCIÓN COLECTIVA

Para asegurar la protección colectiva en el laboratorio será necesaria la implantación de señales que prohíban el paso a personas ajenas al mismo. Así mismo, y tal y como se ha descrito con anterioridad en este trabajo, se deberá delimitar las zonas o áreas de trabajo mediante marcas en el suelo (técnica denominada “zoning”).



Figura 6.3. Señalización de protección colectiva

### **6.3.4.5.INSPECCIONES PERIODICAS Y FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES**

Con el fin de garantizar la seguridad y salud de los trabajadores se tomarán las siguientes medidas:

- ❖ Se realizarán inspecciones periódicas y auditorías de verificación de cumplimiento de las normas de seguridad asociadas al proceso de homologación de los side guards.
- ❖ Inicialmente se deberán impartir formaciones tanto prácticas como teóricas a los trabajadores en el manejo de los equipos así como las condiciones para operar con seguridad.
- ❖ Se impartirán formaciones periodicas de ergonomía, y procesos seguros para la elaboración de todas las actividades que ejecutan los trabajadores del laboratorio.

## **6.4. OBLIGACIONES DE LAS PARTES AFECTADAS**

El técnico encargado de elaborar el ensayo será el responsable de todas las partes de las que se compone el mismo (incluyendo la fase de posicionamiento del vehículo para la que necesita ayuda de otro trabajador), y por lo tanto de dicho número de ensayo.

El ingeniero de ensayos será responsable a su vez del informe derivado de dicho proceso de verificación.

Tanto el jefe de homologaciones como el ingeniero de ensayos son los responsables de la concesión de la homologación al fabricante de dispositivos de protección lateral.

## 7. ESTUDIO ECONÓMICO

A continuación se presenta un cálculo aproximado de los costes económicos del desarrollo del presente trabajo. Debido a que se han desarrollado prototipos teóricos de máquinas y útiles, el estudio es bastante básico.

- ❖ Cálculo del coste aproximativo de las piezas, útiles y herramientas asociados a la verificación de las dimensiones

Nº Orden	Descripción	Unidades	Precio (€)	Importe (€)
00.	<b>MATERIALES ASOCIADOS AL CÁLCULO DE DIMENSIONES</b>			
00.01	Bloque de cemento (420 x 300 x 50 mm)	1	70,40	70,40
00.02	Nivel	1	12,85	12,85
00.03	Sensores de medición láser (modelo L-GAGE de Banner)	2	120,00	240,00
00.04	Estructura de fijación de sensores modelo SMBAMSLT3IP	2	20,02	40,04
00.05	Escuadras de fijación (tornillos incluidos)	3	3,30	6,60
00.06	Estructura vertical de aluminio sujeción del sensor	1	9,00	9,00
00.07	Placa de aluminio (150 x 90 x 2 mm)	1	10,27	10,27
00.08	Fijaciones y Tornillería variada	1	23,75	23,75
00.09	Útil PVC verificación medidas transversales	1	45,07	45,07
00.10	Útil PVC verificación cantoneras	1	36,13	36,13
00.11	Útil PVC verificación de bordes y esquinas	1	17,50	17,50
00.12	Ordenador portátil	1	370,05	370,05
00.13	Carrito soporte ordenador y útiles	1	65,14	65,14
	Total de la partida 00.		<b>950,01</b>	



❖ Cálculo del coste aproximativo de las piezas, útiles y herramientas asociados a la verificación de la resistencia

Nº Orden	Descripción	Unidades	Precio (€)	Importe (€)
<b>01.</b>	<b>MATERIALES ASOCIADOS A LA VERIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA</b>			
<b>01.01</b>	Sensores de medición láser (modelo de Banner)	1	105,00	105,00
<b>01.02</b>	Estructura de fijación de sensores modelo SMBLEU	1	24,00	24,00
<b>01.03</b>	Unidad de mantenimiento de aire comprimido FRL (modelo de Festo)	1	63,58	63,58
<b>01.04</b>	Válvula neumática 5/3 activada mediante relés	1	32,05	32,05
<b>01.05</b>	Válvula neumática antirretorno con estrangulación	2	25,50	51,00
<b>01.06</b>	Cilindro neumático de doble efecto, diámetro 63 mm (modelo básico de Festo)	1	105,00	105,00
<b>01.07</b>	Interruptor eléctrico de tipo pulsador color blanco	1	23,25	23,25
<b>01.08</b>	Interruptor eléctrico de tipo pulsador color verde	1	23,25	23,25
<b>01.09</b>	Interruptor eléctrico de tipo pulsador color naranja	1	23,25	23,25
<b>01.10</b>	Interruptor eléctrico de tipo llave	1	18,02	18,02
<b>01.11</b>	Contacto normalmente cerrado de relés	2	31,80	63,60
<b>01.12</b>	Baliza luminosa LED apilable de 3 luces (diámetro 56 mm, colores blanco, verde y naranja)	1	73,75	73,75
<b>01.13</b>	Dinamómetro (modelo de PCE)	1	937,75	937,75
<b>01.14</b>	Adaptador de rosca	1	1,31	1,31
<b>01.15</b>	Cabezal del ariete	1	36,30	36,30
<b>01.16</b>	Bridas de nylon (paquete de 50)	1	17,33	17,33
<b>01.17</b>	Fijaciones y Tornillería variada	1	8,37	8,37
<b>01.18</b>	Tubería neumática (25 m)	2	17,47	34,94
<b>01.19</b>	Cableado eléctrico (100 m)	1	42,45	42,45
<b>01.20</b>	Armario eléctrico	1	105,00	105,00
<b>01.21</b>	Armario soporte elementos neumáticos	1	300,00	300,00
	Total de la partida 01.		<b>1581,11</b>	

Total de la partida 00.	<b>950,01</b>
Total de la partida 01.	<b>1581,11</b>
<b>SUMA TOTAL DE LAS PARTIDAS (PRESUPUESTO)</b>	<b>2531,21</b>

❖ Cálculo del presupuesto aproximativo de la realización de un proceso de homologación

Nº Orden	Descripción	Unidades	Precio (€)	Importe (€)
02.				
	<b>COSTE DE MANO DE OBRA</b>			
02.01	Posicionamiento del vehículo técnico 1	0,5	40,00	20,00
02.02	Posicionamiento del vehículo técnico 2	0,5	40,00	20,00
02.03	Realización del proceso de inspección del vehículo	0,5	40,00	20,00
02.04	Realización del proceso de verificación de las mediciones	3	40,00	120,00
02.05	Realización del proceso de verificación de la resistencia	2	40,00	80,00
02.06	Realización del proceso de verificación de la marca de homologación	0,25	40,00	10,00
02.07	Realización del proceso de inspección de la producción	8	40,00	320,00
02.08	Emisión de informe de ensayo	0,5	40,00	20,00
	Total de la partida 02.	<b>610,00</b>		
03.				
	<b>COSTE DE INGENIERÍA</b>			
03.01	Revisión de informe de ensayo ingeniero de ensayos	1	65,00	65,00
03.02	Revisión de informe de ensayo ingeniero de homologaciones	1	75,00	75,00
03.03	Expedición de certificado de homologación	1,5	140,00	210,00
	Total de la partida 01.	<b>750,00</b>		
	<b>SUMA TOTAL DE LAS PARTIDAS (PRESUPUESTO)</b>	<b>1360,00</b>		

## 8. CONCLUSIONES

En la primera parte del trabajo se ha profundizado en el estudio de la situación legislativa referente a la homologación de los vehículos y sus componentes, tanto a nivel mundial como a nivel europeo y nacional. Dicho trabajo ha sido meticuloso para poder conocer el ámbito en el que estaba establecido el proyecto. Era necesario dominar tanto las características de los vehículos a los que iba enfocado el ensayo, como las que diferenciaban la Directiva 89 del Reglamento 73. Solamente mediante este procedimiento de trabajo se podía elegir la mejor opción para el desarrollo del trabajo.

La segunda etapa de la que está compuesto el presente proyecto no ha conllevado grandes dificultades de comprensión. No obstante me ha hecho enfrentarme a muchos problemas prácticos debido a la dificultad de realizar una automatización de un proceso en el que los diseños son tan diferentes entre sí, es decir, la adaptación y adecuación de los procesos a un diseño de protectores laterales genéricos.

La metodología de ensayo actual más usual en los servicios técnicos es el análisis de la resistencia del dispositivo mediante un software tipo Ansys, y la verificación de las dimensiones mediante la medición directa con el uso de un flexómetro. Pese a que en todo momento he sido consciente de que económicamente es más rentable en muchos aspectos el continuar con dicha metodología, me he esforzado por ofrecer una aproximación a otras vías de trabajo. De esta manera es posible que se desarrolle más en profundidad todo el proceso descrito y se logre optimizar y aportar novedades al sector. Esta motivación fue dada debida a la necesidad de ofrecer novedad al proceso, ya que son normativas implantadas desde hace bastante tiempo y disponen de muchas limitaciones técnicas.

Las conclusiones personales que saco del presente trabajo es que ha sido un gran reto para mí puesto que tenía absoluto desconocimiento del sector de las homologaciones. Especialmente destacaría la parte legal, la cual me conllevó bastante tiempo de estudio. Debo añadir que también ha conllevado el aprendizaje de manejo de nuevos software, los cuales considero que son muy útiles para el desarrollo del trabajo de un ingeniero.

Aparte de los conocimientos adquiridos del proceso de las homologaciones he debido profundizar en otros aspectos estudiados a lo largo de la carrera como es la Neumática o la Electricidad, sobretodo en la aplicación real de las mismas con los problemas que surgen con el trabajo de estas tecnologías y sus limitaciones. Asimismo en puesto en práctica la formación recibida en Elasticidad, Resistencia de Materiales y Teoría de Estructuras.

Ha sido un proceso largo y en ocasiones algo arduo pero a la par muy satisfactorio. Aparte de aportarme muchos conocimientos nuevos, debo agradecer al trabajo en este proyecto mi primera oportunidad laboral como Ingeniera Mecánica.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- ❖ UNIÓN EUROPEA, 1997. Directiva 97/27/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de julio de 1997 relativa a las masas y dimensiones de determinadas categorías de vehículos de motor y sus remolques y por la que se modifica la Directiva 70/156/CEE. *Diario Oficial de la Unión Europea* [en línea]. 28 agosto 1997, nº L233/1, p. 1-31 Disponible en: <https://www.boe.es/doue/2003/079/L00006-00013.pdf>
- ❖ UNIÓN EUROPEA, 1989. Directiva 89/297/CEE del Consejo de 13 de abril de 1989, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre la protección lateral de determinados vehículos de motor y sus remolques. *Diario Oficial de la Unión Europea* [en línea]. 5 mayo 1989, núm. L124, p.1-7. Disponible en: [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=DOUE-L-1989-80388](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=DOUE-L-1989-80388)
- ❖ UNIÓN EUROPEA, 1998. Directiva 98/14/CE de la Comisión de 6 de febrero de 1998 por la que se adapta al progreso técnico la Directiva 70/156/CEE relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre la homologación de los vehículos a motor y de sus remolques. *Diario Oficial de la Unión Europea* [en línea] 25 marzo 1998, núm. L 091, p. 1-61. Disponible en: [http://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=DOUE-L-1998-80531](http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=DOUE-L-1998-80531)
- ❖ UNIÓN EUROPEA, 2004. Reglamento CEPE nº 73 de la Comisión Económica para Europa (CEPE/ONU). Prescripciones uniformes relativas a la homologación de los vehículos industriales, de los remolques y de los semirremolques, en lo que concierne a su protección lateral.. *Diario Oficial de la Unión Europea* [en línea] 31 marzo 2004, núm. L 95. p. 56-66. Disponible en: <https://www.boe.es/doue/2004/095/L00056-00066.pdf>.
- ❖ ESPAÑA. Orden ITC/3214/2010, de 26 de noviembre, por las que se actualizan los anexos I y II del Real Decreto 2028/1986, de fecha 6 de junio, sobre normas para la aplicación de determinadas directivas de la CE, relativas a la homologación de tipo de vehículos automóviles, remolques, semirremolques, motocicletas, ciclomotores y vehículos agrícolas así como partes y piezas de dichos vehículos. *Boletín Oficial del Estado*, [en línea]. 3 de diciembre de 2010, núm. 292, p. 16279. Disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/2015/01/09/pdfs/BOE-A-2015-182.pdf>
- ❖ ESPAÑA. Real Decreto 2822/1998, de fecha 23 de Diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Vehículos. *Boletín Oficial del Estado*, [en línea]. 26 de

enero de 1999, núm. 22, p. 3440. Disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/1999/01/26/pdfs/A03440-03528.pdf>

- ❖ ESPAÑA. Real Decreto 2042/1994, de 14 de octubre, por el que se regula la Inspección Técnica de Vehículos. *Boletín Oficial del Estado*, [en línea]. 17 de noviembre de 1994, núm. 275, p. 35292. Disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/1994/11/17/pdfs/A35292-35296.pdf>
- ❖ ESPAÑA. Real Decreto 2140/1985, de 9 de Octubre, por el que se citan normas sobre homologación de tipos de vehículos automóviles, remolques y semirremolques, así como de partes y piezas de dichos vehículos. *Boletín Oficial del Estado*, [en línea]. 19 de noviembre de 1985, núm. 277, p. 23751. Disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/1985/11/19/pdfs/A36481-36485.pdf>
- ❖ UNIÓN EUROPEA. Directiva 2007/46/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 5 de septiembre de 2007 por el que se crea un marco para la homologación de los vehículos de motor y de los remolques, sistemas, componentes y unidades técnicas independientes destinados a dichos vehículos. *Diario Oficial de la Unión Europea*, [en línea]. 9 de octubre de 2007, núm. 263, p. 1. Disponible en: <https://www.boe.es/doue/2007/263/L00001-00160.pdf>
- ❖ UNIÓN EUROPEA. Directiva 2001/3/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 5 de septiembre de 2001 por el que se crea un marco para la homologación de los vehículos de motor y de los remolques, sistemas, componentes y unidades técnicas independientes destinados a dichos vehículos. *Diario Oficial de la Unión Europea*, [en línea]. 9 de octubre de 2007, núm. 263, p. 1. Disponible en: <https://www.boe.es/doue/2007/263/L00001-00160.pdf>
- ❖ ESPAÑA. Real Decreto 750/2010, de fecha 4 de junio, por el que se regulan los procedimientos de homologación de tipo de motor y sus remolques, máquinas autopropulsadas o remolcadas, vehículos agrícolas, así como sistemas, partes y piezas de dichos vehículos. *Boletín Oficial del Estado*, [en línea]. 14 de julio de 2010, núm. 170, p.55026. Disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/2010/06/24/pdfs/BOE-A-2010-9994.pdf>
- ❖ AENOR. Dimensiones de los automóviles y vehículos remolcados.
- ❖ Denominaciones y Definiciones. UNE 26-192-87. Madrid: AENOR, 1987.



- ❖ A. García Hermo, F. Acebrón Rodicio. *La reglamentación y homologación de vehículos. Un marco reglamentario internacional en un mercado global*. Agosto 2015. Revista Economía Industrial.
- ❖ A. Creus Solé. *Neumática e hidráulica*. 1ª ed. Madrid: Marcombo, 2007.
- ❖ J. P. Vara, E.G. Maté. *Neumática industrial: diseño, selección y estudio de elementos neumáticos*. 1ª ed. Madrid: CIE Dossat 2000.
- ❖ S. R. Majumdar. *Neumática. Sistemas neumáticos. Principios y funcionamiento*, 1ª ed. McGraw Hill.
- ❖ A. G Salvador. *Introducción a la neumática*, 1ª ed. Vol. 11. Madrid: Marcombo, 1988.
- ❖ L. Jong-Wook, J. D Wolfensohn “Informe mundial sobre prevención de los traumatismos causados por el tránsito”, (OMS), Banco Mundial, Ginebra, ISBN 92 4 359131 2, 2004. [en línea]. Disponible en: [http://www.who.int/violence\\_injury\\_prevention/publications/road\\_traffic/world\\_report/summary\\_es.pdf?ua=1](http://www.who.int/violence_injury_prevention/publications/road_traffic/world_report/summary_es.pdf?ua=1).
- ❖ J. Meneses Alonso; C. Álvarez Caldas, S. Rodríguez Fernández. *Introducción al Solid Edge*, 1ª ed. Paraninfo, 2006.
- ❖ J.C. Bonilla Fernández. *Análisis mediante simulación de las principales pruebas de homologación de vehículos automóviles*. Proyecto Fin de Carrera. Madrid: Universidad Carlos III de Madrid. Departamento de Ingeniería Mecánica, Leganés, Madrid, España, 2011 [en línea]. Disponible en: <http://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/12049>
- ❖ C. Nicolás Fraile. “¿Protección Insuficiente?”, *Tráfico y seguridad vial.*, pp 42-43, Mayo-junio 2007[en línea]. Disponible en: <http://www.dgt.es/revista/archivo/pdf/num184-2007-barras.pdf>
- ❖ F. Aparicio Izquierdo; C. Vera Álvarez. *Teoría de los vehículos automóviles*. 2ª ed. Madrid: Sección Publicaciones E.T.S. de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid, 2001. Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, 1995.



- ❖ V. Díaz López. *Automóviles y ferrocarriles*. Universidad Nacional de Educación a distancia, 2012.
- ❖ A. Martí Parera. *Sistemas de seguridad y confort en vehículos automóviles*. 1ª ed. Marcombo, 2000.
- ❖ M. Cascajosa Soriano. *Ingeniería de vehículos. Sistemas y cálculos*, 3ª ed. Madrid: Tébar, 2007.
- ❖ G. Rodríguez Martín, A.E.C.A. *Formación para formadores. Nuevo marco reglamentario*. Madrid: Instituto Superior de Investigación del Automóvil, 2011.
- ❖ I. Lafuente, *Nueva directiva Europea de homologación de tipo de vehículos. Aplicación a la homologación de vehículos industriales*. Madrid, I.D.I.A.D.A. 2009. [en línea]. Disponible en: [http://neumaticoyseguridad.es/wp-content/uploads/2012/10/5\\_IDIADA.pdf](http://neumaticoyseguridad.es/wp-content/uploads/2012/10/5_IDIADA.pdf)
- ❖ C. R. Asfahl, D. W. Rieske. *Seguridad industrial y administración de la salud*, 4ª Ed. México: Person, 2010.
- ❖ A. Bordegé Corella, *La protección trasera frente al empotramiento*. Proyecto Fin de Carrera. Zaragoza: Escuela Universitaria Ingeniería Técnica Industrial de Zaragoza. Departamento de Ingeniería Mecánica, Área de Mecánica de Medios Continuos y Teor. de Estructuras, Zaragoza, España, 2011 [en línea]. Disponible en: <https://zaguan.unizar.es/record/5960/files/TAZ-PFC-2011-278.pdf>
- ❖ D. Ortiz Díez, *Desarrollo del procedimiento de homologación del prototipo del vehículo eléctrico de la Universidad*. Tesis doctoral. La Rioja: Universidad de La Rioja. Departamento de Ingeniería Eléctrica, La Rioja, España, 2012-2013 [en línea]. Disponible en: [http://biblioteca.unirioja.es/tfe\\_e/R000001615.pdf](http://biblioteca.unirioja.es/tfe_e/R000001615.pdf)
- ❖ J. A. San Martín Sánchez. *Carrozado inicial de un camión portacontenedores de obra y análisis reglamentario*. Proyecto fin de carrera. Leganés: Universidad Carlos III de Madrid. Departamento de Ingeniería Mecánica, Leganés, Madrid, España, 2011 [en línea]. Disponible en: <https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/12049/ProyectoJoseAndresSanMartinSanchez.pdf?sequence%3D1>



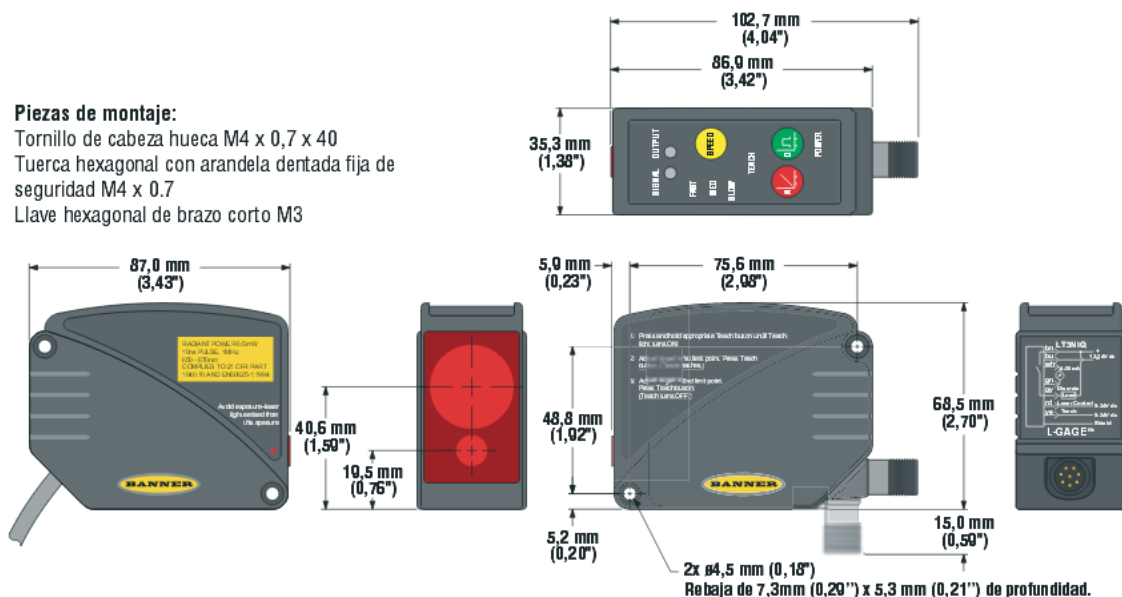
## **ANEXO I:**

### **DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE LOS MEDIDORES LÁSER EMPLEADOS PARA LA VERIFICACIÓN DE COTAS Y SUS ESTRUCTURAS DE FIJACIÓN**

## Dimensiones

### Piezas de montaje:

Tornillo de cabeza hueca M4 x 0,7 x 40  
Tuerca hexagonal con arandela dentada fija de seguridad M4 x 0,7  
Llave hexagonal de brazo corto M3

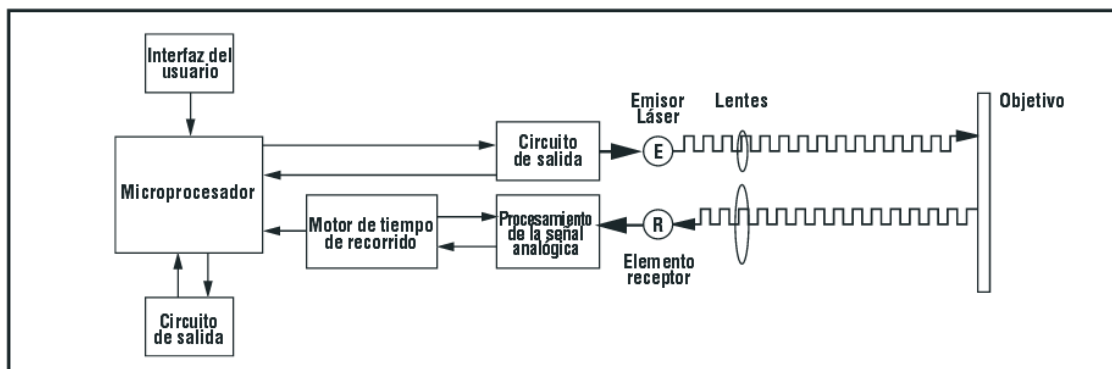


## Modelos de Sensores LT3 de distancia

Modelos	Distancia de detección	Cable*	Voltaje de alimentación	Salida discreta	Salida analógica
LT3PULV	0 a 50 m (19,7' a 164') para el reflector BRT-TVHG-8X10P (Ver especificaciones en la página 6 para más información.)	2 m (6,5') 8 hilos	12 a 24v cd	PNP (Modificación)	Voltaje analógico (0 a 10V cd)
LT3PULVQ		8 pernos estilo europeo QD			
LT3NULV		2 m (6,5') 8 hilos		NPN (Disminución)	Corriente analógica (4 a 20 mA)
LT3NULVQ		8 pernos estilo europeo QD			
LT3PILV		2 m (6,5') 8 hilos		PNP (Modificación)	Corriente analógica (4 a 20 mA)
LT3PILVQ		8 pernos estilo europeo QD			
LT3NILV		2 m (6,5') 8 hilos		NPN (Disminución)	Corriente analógica (4 a 20 mA)
LT3NILVQ		8 pernos estilo europeo QD			

\* Cables disponibles de 9 metros. Sólo debe agregarse el sufijo "W/30" al número de modelo de cualquier sensor con cable (por ejemplo, LT3PULV W/30). Los modelos con conector QD requieren un cable compatible; ver página 10).

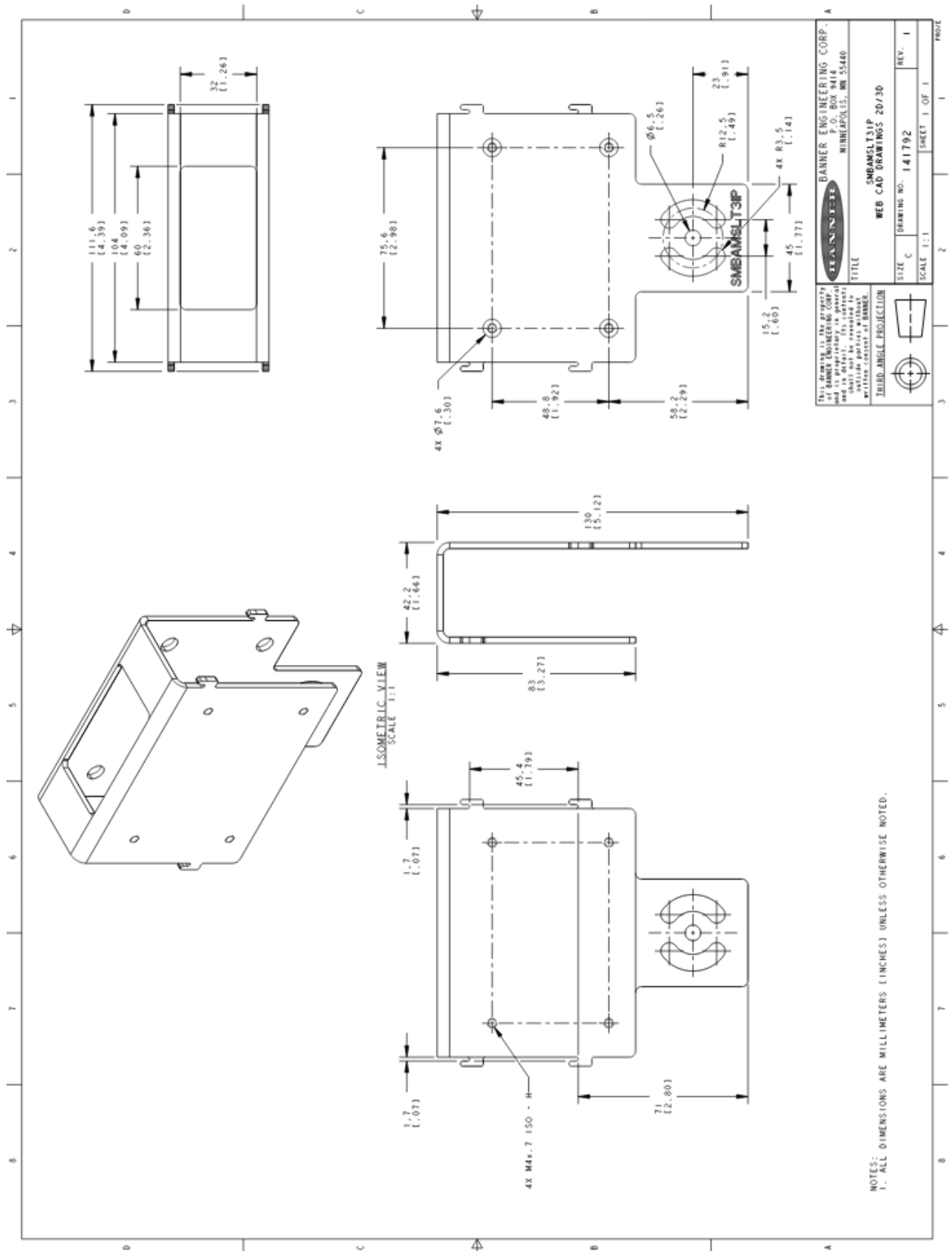
## Teoría de funcionamiento



## Especificaciones

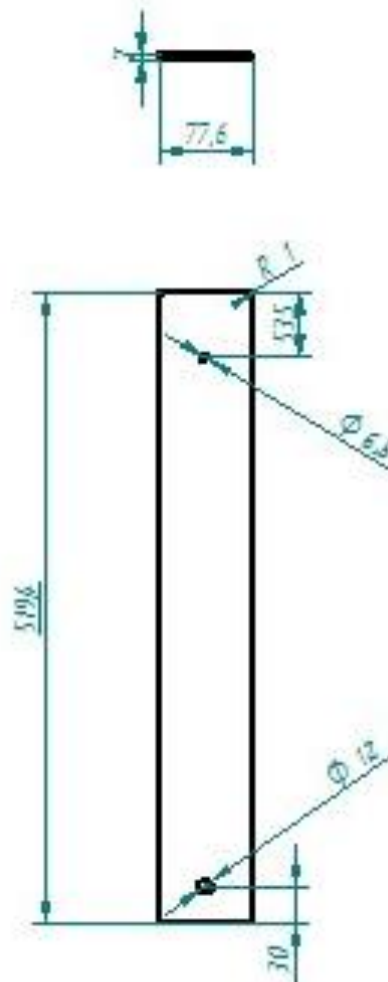
<b>Alcance de detección</b>	0 a 50 m con reflector BRT-TVHG-8x10P	
<b>Voltaje y Corriente de Alimentación</b>	12 a 24V cd (ondulación máxima 10%); 108 mA máx. a 24V cd o [2600/V cd] mA	
<b>Circuitos de protección de la alimentación</b>	Protegidos contra polaridad invertida y tensiones transitorias	
<b>Retardo en el encendido</b>	1 segundo; las salidas no tienen conducción durante este tiempo	
<b>Haz de detección</b>	Láser rojo visible Clase 1 IEC y CDRH de 658 nm; potencia máx. de salida radiante 0,5 mW. (Vida útil habitual del haz: 75.000 horas)	
<b>Protección de salida</b>	Protegido contra condiciones de cortocircuito	
<b>Configuración de salida</b>	<b>Discreta (seleccionable):</b> Interruptor SPST de estado sólido; selección de modelos NPN (disminución de corriente) o PNP (modificación de corriente). <b>Salida analógica:</b> 0 a 10V cd o 4 a 20 mA	
<b>Capacidad de salida</b>	<b>Salida discreta (seleccionable):</b> 100 mA máximo <b>Corriente de fuga estado apagado:</b> < 5µA <b>Saturación de salida NPN:</b> < 200 mV a 10 mA y < 600 mV a 100 mA <b>Saturación de salida PNP:</b> < 1.2V a 10 mA; < 1.6V a 100 mA <b>Salida de voltaje analógica:</b> impedancia mínima de carga 2,5 kΩ. <b>Salida de corriente analógica:</b> 1 kΩ máx. a 24V; resistencia de carga máx. = $[V_{cc} - 4,5/0,02 \Omega]$	
<b>Tiempo de respuesta de salida</b>	<b>Salida discreta</b> <b>Rápida:</b> 1 ms ON y OFF <b>Medio:</b> 10 ms ON y OFF <b>Lenta:</b> 100 ms ON y OFF	<b>Salida analógica de voltaje (-3 dB)</b> <b>Rápida:</b> 114 Hz (6ms promedio/ velocidad de actualización 1 ms) <b>Medio:</b> 10 Hz (48ms promedio/ velocidad de actualización 1 ms) <b>Lenta:</b> 2,5 Hz (192ms promedio/ velocidad de actualización 1 ms)
<b>Linealidad</b>	± 60 mm de 0,5 a 50 m; (0,12% de escala completa) (Especificado a 24V cd, 22° C usando un retrorreflector BRT-TVHG-8X20P)	
<b>Resolución/Repetibilidad</b>	Ver figura 4.	
<b>Histéresis de salida discreta</b>	<b>Rápido:</b> 20 mm <b>Medio:</b> 10 mm <b>Lento:</b> 6 mm	
<b>Variaciones de temperatura</b>	< 3 mm / °C	
<b>Tamaño mínimo de ventana</b>	40 mm	
<b>Entrada de enseñanza remota</b>	18 k minimum (65 k at 5V dc)	
<b>ENSEÑANZA Remota</b>	<b>Para enseñar:</b> Conectar el cable amarillo entre +5 y 24V cd <b>Para desactivar:</b> Conectar el cable amarillo entre 0 y +2V cd (o desconectar) Ver Programación remota en la página 4.	
<b>Ajustes</b>	<b>Velocidad de respuesta:</b> El pulsador selecciona entre 1, 10 y 100 ms <b>Límites de ventana (analógica discreta):</b> Programación del modo ENSEÑANZA de los límites de ventana próximos (ver procedimientos de programación). También pueden enseñarse los límites en forma remota por medio de la entrada de ENSEÑANZA (ver página 4). <b>Pendiente de salida analógica:</b> El primer límite enseñado se asigna como tensión o corriente mínima (4 mA o 0V cd)	
<b>Control del Láser</b>	Conectar el cable rojo entre +5 y 24V dc para activar el rayo láser; conectar entre 0 y +1,8V cd (o desconectar) para desactivar; 100 milisegundos de retardo en la habilitación, al encender el sensor.	
<b>Indicadores</b>	<b>LED indicador verde de encendido ON:</b> Indica cuando el encendido está en funcionamiento (ON), la salida sobrecargada y el estado del láser <b>LED de salida amarillo:</b> Indica cuando la salida de carga discreta está activa <b>LED de señal rojo:</b> Indica que el objetivo está dentro de la distancia de detección y la condición de la señal de luz recibida <b>LED amarillo de velocidad:</b> Indica el ajuste de velocidad de respuesta <b>LED de ENSEÑANZA rojo/verde:</b> sensor en modo programación; (rojo - salida analógica; verde - salida discreta) NOTA: Para más información sobre el comportamiento de los indicadores ver página 5.	

<b>Estructura</b>	<b>Caja:</b> mezcla de ABS/polycarbonato. <b>Ventana:</b> Acrílica <b>Desconexión rápida:</b> mezcla de ABS/polycarbonato
<b>Evaluaciones ambientales</b>	IP67, NEMA 6
<b>Conexiones</b>	Cable incluido de 2 m (6,5') o 9 m (30') con camisa de PVC y 7 conductores (con drenaje) o conector de desconexión rápida estilo europeo con 8 pernos
<b>Condiciones de funcionamiento</b>	<b>Temperatura:</b> 0° a +50°C (+32° a +122°F) <b>Humedad relativa máxima:</b> 90% a 50°C (no condensado)
<b>Application Note</b>	Esperar 30 minutos antes de programar o poner en funcionamiento (ver Ajuste del Sensor, página 2)



## **ANEXO II:**

PLACA VERTICAL DE SUJECCIÓN  
DEL SENSOR LÁSER DE MEDICIONES  
PARALELAS AL PLANO  
LONGITUDINAL DEL VEHÍCULO

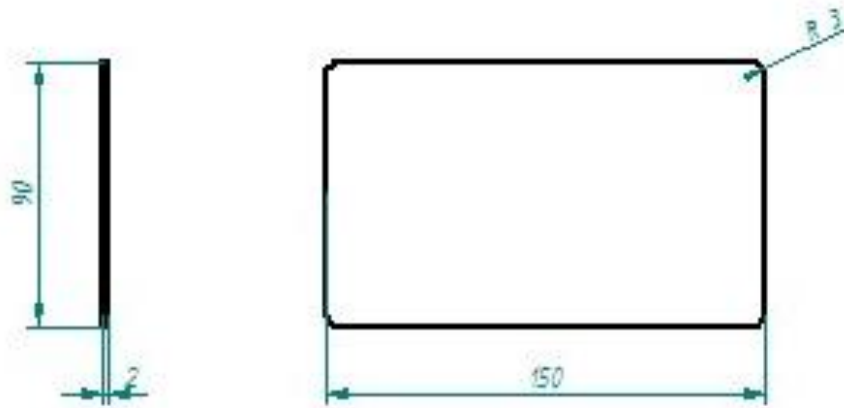


	Nombre	Fecha	<b>SOLID EDGE</b> EDS-PDM SOLUTIONS	
Dibujado				
Comprobado			Título:	
Aprobado 1			Sujeción vertical del sensor de mediciones de cotas	
Aprobado 2			A4 Plano <span style="float: right;">Rev</span>	
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias $\pm 0,5$ y $\pm 1$			Escala 1:5	
			Peso	

## **ANEXO III:**

### **PLACA AUXILIAR DE ALUMINIO PARA REALIZAR LAS MEDICIONES**

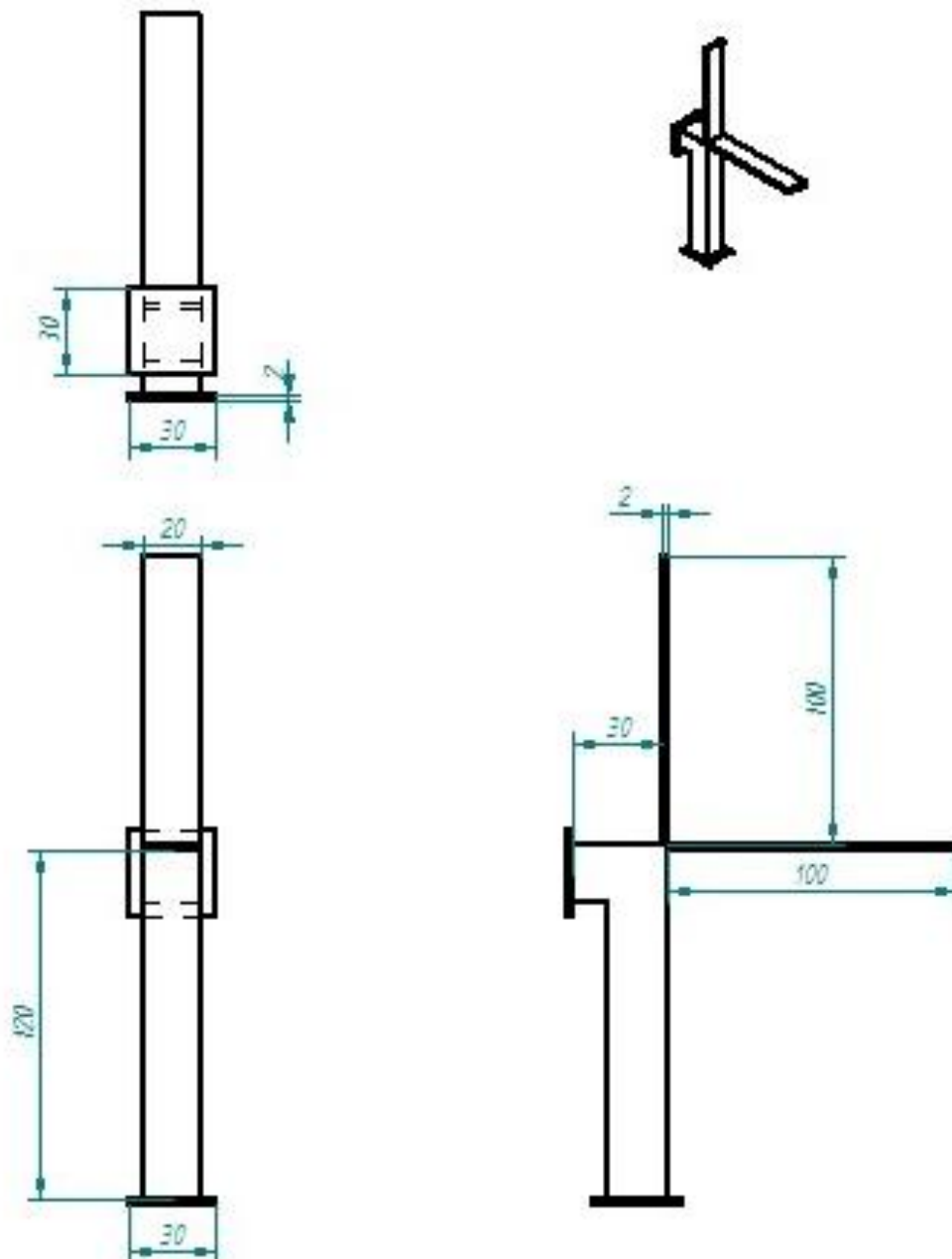




	Nombre	Fec. no	<b>SOLID EDGE</b> EDS-PDM SOLUTIONS	
Dibujado				
Comprobado			Título	
Aprobado 1			Placa auxiliar por mediciones con láser	
Aprobado 2			A4	Plano
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias $\pm 0,5$ y $\pm 1^\circ$			Rev	
			Escala	Peso

# **ANEXO IV:**

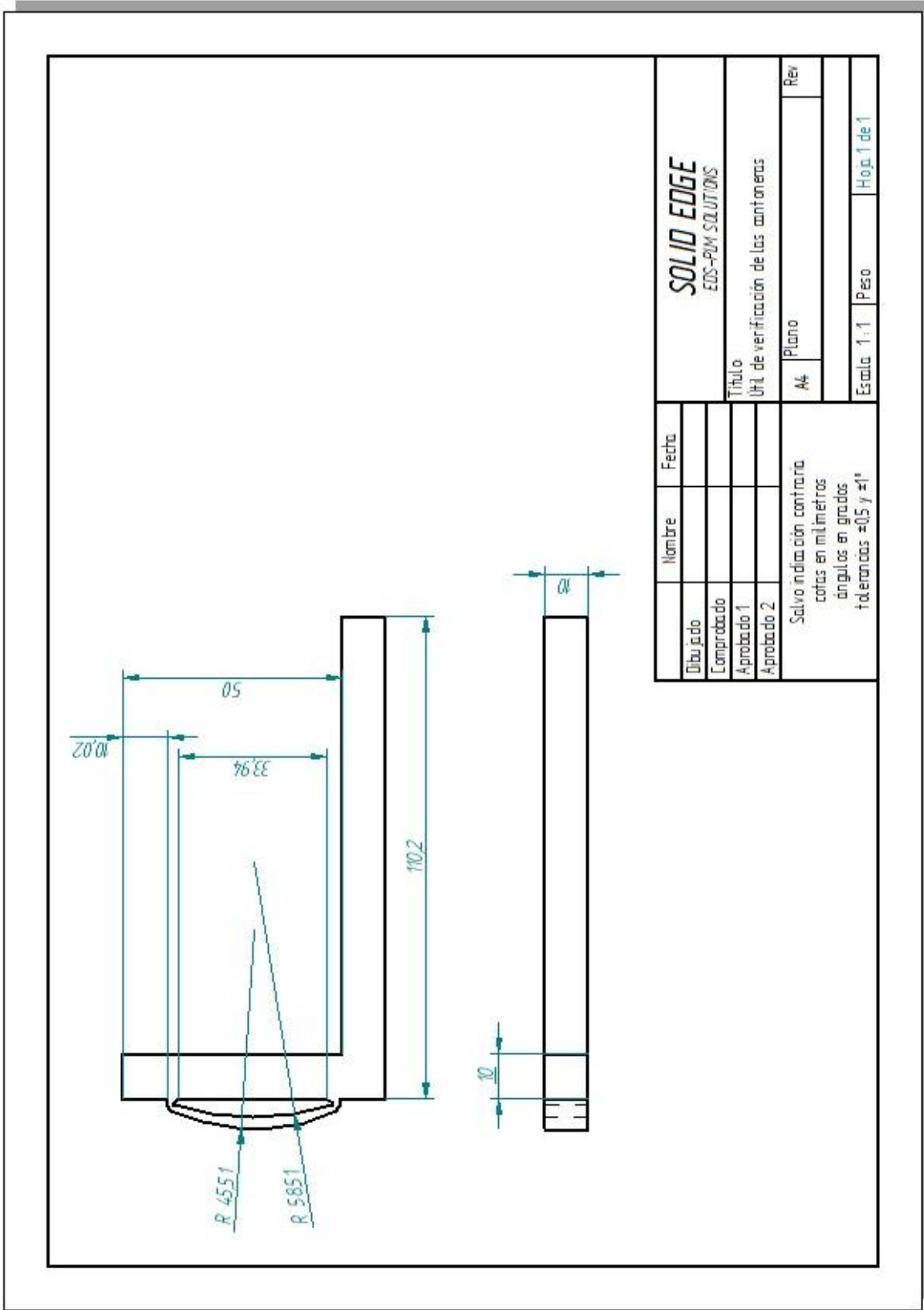
## **ÚTIL PARA VERIFICACIÓN DE COTAS TRANSVERSALES**



	Nombre	Fecha	<b>SOLID EDGE</b> EDS-FRM SOLUTIONS		
Dibujado		23/09/15	Título Útil para verificación de cotas transversales		
Comprobado					
Aprobado 1			A4		
Aprobado 2					
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias $\pm 0,5$ y $\pm 1^\circ$			Plano		Rev
			Escala 1:2	Peso	

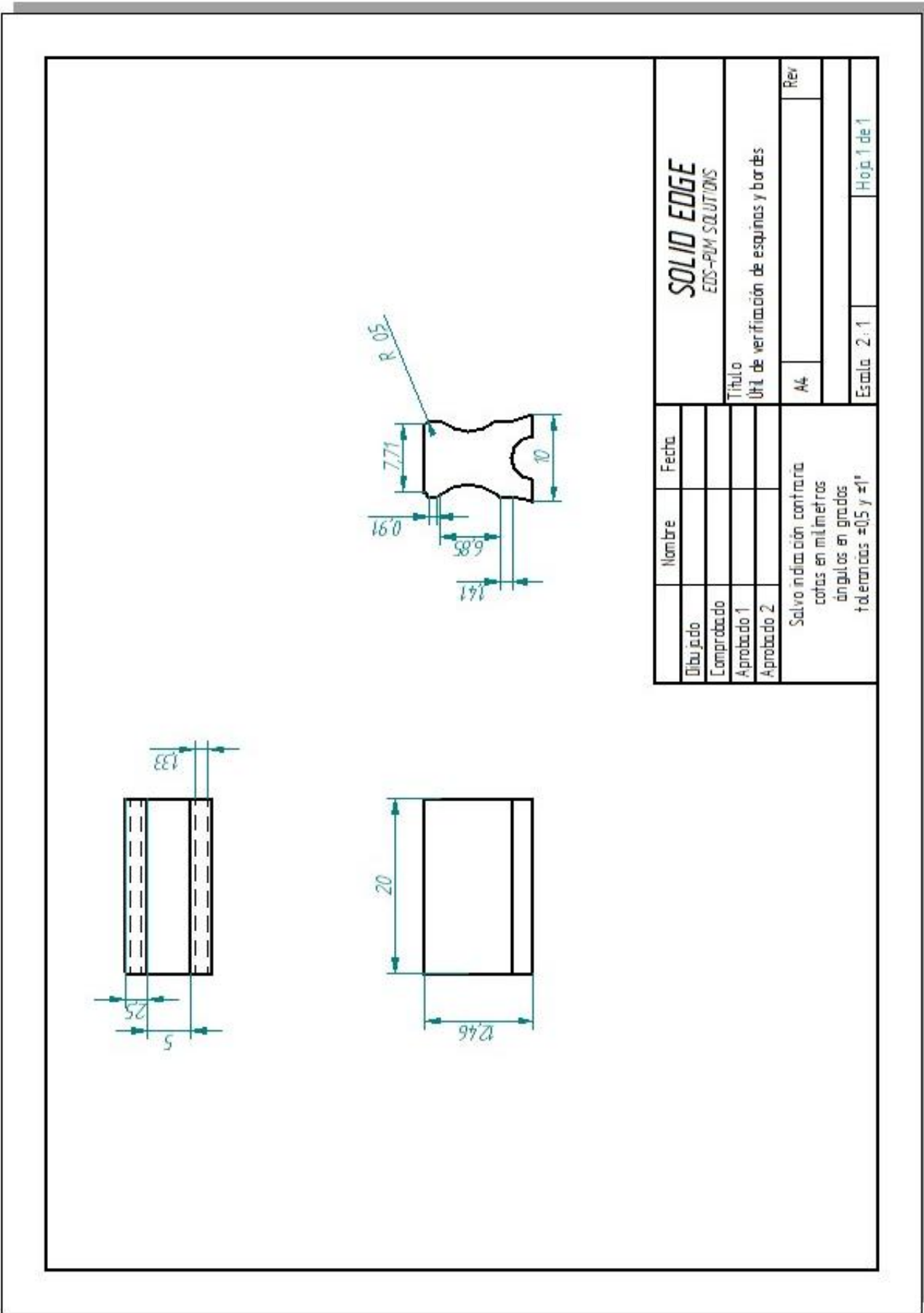
## **ANEXO V:**

### **ÚTIL PARA VERIFICACIÓN DE COTAS DE CANTONERAS**



## **ANEXO VI:**

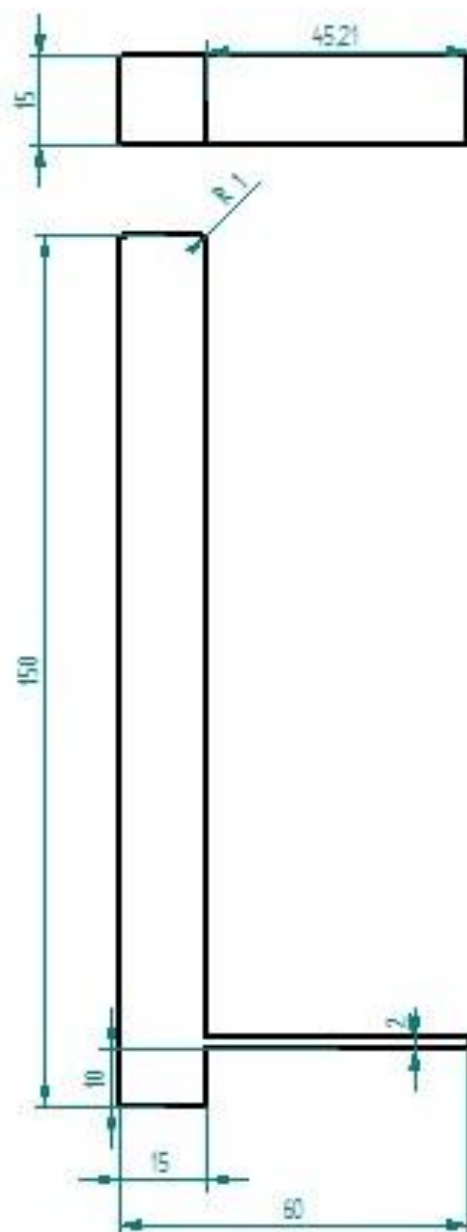
### **ÚTIL PARA VERIFICACIÓN DE COTAS DE ESQUINAS Y BORDES**





## **ANEXO VII:**

ÚTIL PARA VERIFICACIÓN DE  
ALTURAS DE CABEZAS DE  
REMACHES Y PERNOS



	Nombre	Fecha	<b>SOLID EDGE</b> EOS-PDM SOLUTIONS		
Dibujado			Título: Útil de verificación de cabezas de pernos y remaches		
Comprobado					
Aprobado 1			A4 Plana		
Aprobado 2					
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias $\pm 0,5$ y $\pm 1^\circ$			Escala 1:1		
			Peso	Hoja 1 de 1	

## **ANEXO VIII:**

### **DOCUMENTO SOPORTE PARA EL DESARROLLO DEL ENSAYO (CHECK- LIST)**



Universidad  
Carlos III de Madrid

**INFORME DE ENSAYO PARA LA VERIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS TÉCNICOS DE LAS PROTECCIONES LATERALES DE LOS VEHÍCULOS TIPO N2 DE ACUERDO AL REGLAMENTO CEPE N° 73. HOJA 1/4**

Categoría de vehículo: \_\_\_\_\_ Marca (razón social): \_\_\_\_\_ N° de informe: \_\_\_\_\_

Nombre y dirección del fabricante: \_\_\_\_\_

Técnico que realiza la inspección: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ N° de expediente: \_\_\_\_\_

**1- Posición del vehículo**

Tarea a verificar	¿Cumple?	Observaciones
Vehículo en superficie horizontal plana	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	_____
Ruedas de dirección en posición recta	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	_____
Vehículo con peso en vacío		
- Peso en orden de marcha	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	_____
- Sin ocupantes y sin carga	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	_____
- Completo de carburante	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	_____
- Completo de líquido refrigerante	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	_____
- Completo de lubricantes	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	_____
- Con herramientas si lo suministra el fabricante	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	_____
- Con rueda de recambio si lo suministra el fabricante	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	_____

**2- Inspección del dispositivo**

Tarea a verificar	¿Cumple?	Observaciones
¿Existe riesgo de que se suelte la protección?	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	_____
¿La parte externa es lisa?	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	_____
¿La parte externa es continua en lo posible desde la parte frontal a la parte superior?	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	_____
¿Todos los elementos que sobresalen son lisos y redondeados?	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	_____
¿Se encuentran sujetos a la protección lateral conductos de frenos, conductos hidráulicos o neumáticos?	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	_____

**3- Verificación de la resistencia**

Tarea	Valor de la medición	¿Cumple?
Tensión máxima aplicada:	<input type="text"/>	_____
Deformación máxima en el tramo 1:	<input type="text"/>	_____
Deformación máxima en el resto del protector:	<input type="text"/>	_____

**4- Firma del técnico que realiza la inspección**



Universidad  
Carlos III de Madrid

**INFORME DE ENSAYO PARA LA VERIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS TÉCNICOS DE LAS PROTECCIONES LATERALES DE LOS VEHÍCULOS TIPO N2 DE ACUERDO AL REGLAMENTO CEPE N° 73. HOJA 2/4**

Categoría de vehículo: \_\_\_\_\_ Marca (razón social): \_\_\_\_\_ N° de informe: \_\_\_\_\_

Nombre y dirección del fabricante: \_\_\_\_\_

Técnico que realiza la inspección: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ N° de expediente: \_\_\_\_\_

**1- Cotas paralelas al plano longitudinal del vehículo**

Medición	Valor de la medición	Observaciones
M1	<input type="text"/>	_____
M'1	<input type="text"/>	_____
M2	<input type="text"/>	_____
M3	<input type="text"/>	_____

**2- Cotas perpendiculares al plano longitudinal del vehículo**

Medición	Valor de la medición	Observaciones
m1	<input type="text"/>	_____
m2	<input type="text"/>	_____
m3	<input type="text"/>	_____
m4	<input type="text"/>	_____
m5	<input type="text"/>	_____
m6	<input type="text"/>	_____

**3- Cotas transversales(verificación mediante útil)**

Cota	¿Cumple?	Observaciones
T1	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	_____
T2	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	_____

**5- Otras dimensiones (verificación mediante útiles)**

Tarea	¿Cumple?	Observaciones
¿Las cantoneras se adentran al menos 50 mm hacia atrás?	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	_____
¿Las cantoneras están vueltas al menos 50 mm hacia la parte posterior?	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	_____
¿El radio de las esquinas y bordes es $\geq 2.5$ mm?	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	_____
¿Las cabezas de pernos o remaches sobresalen $\leq 10$ mm?	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	_____

**9- Firma del técnico que realiza la inspección**



Universidad  
Carlos III de Madrid

PROCESO DE ENSAYO PARA LA VERIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS TÉCNICOS DE LAS PROTECCIONES LATERALES DE LOS VEHÍCULOS TIPO N2 DE ACUERDO AL REGLAMENTO CEPE N° 73. HOJA 3/4

Categoría de vehículo: \_\_\_\_\_ Marca (razón social): \_\_\_\_\_ N° de informe: \_\_\_\_\_

Nombre y dirección del fabricante: \_\_\_\_\_

Técnico que realiza la inspección: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ N° de expediente: \_\_\_\_\_

**1- Cotas paralelas al plano longitudinal del vehículo**

Cota	Valor	¿Cumple los límites?
H1		
H'1		
H2		

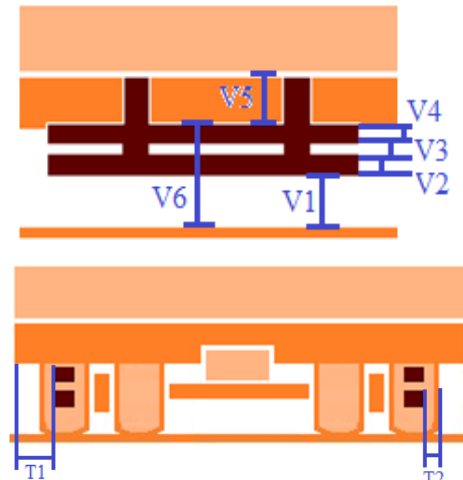
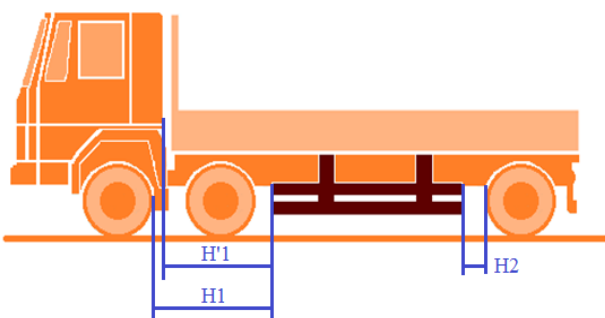
**2- Cotas perpendiculares al plano longitudinal del vehículo**

Cota	Valor	¿Cumple los límites?
V1		
V2		
V3		
V4		
V5		
V6		

**3- Cotas transversales**

Cota	Marcar lo que procede	¿Cumple los límites?
T1	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
T2	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	

**9- Firma del técnico que realiza la inspección**





Universidad  
Carlos III de Madrid

PROCESO DE ENSAYO PARA LA VERIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS TÉCNICOS DE LAS  
PROTECCIONES LATERALES DE LOS VEHÍCULOS TIPO N2 DE ACUERDO AL REGLAMENTO  
CEPE N° 7. HOJA 4/4

Categoría de vehículo: \_\_\_\_\_ Marca (razón social): \_\_\_\_\_ N° de informe: \_\_\_\_\_

Nombre y dirección del fabricante: \_\_\_\_\_

Técnico que realiza la inspección: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ N° de expediente: \_\_\_\_\_

**1- La marca de homologación**

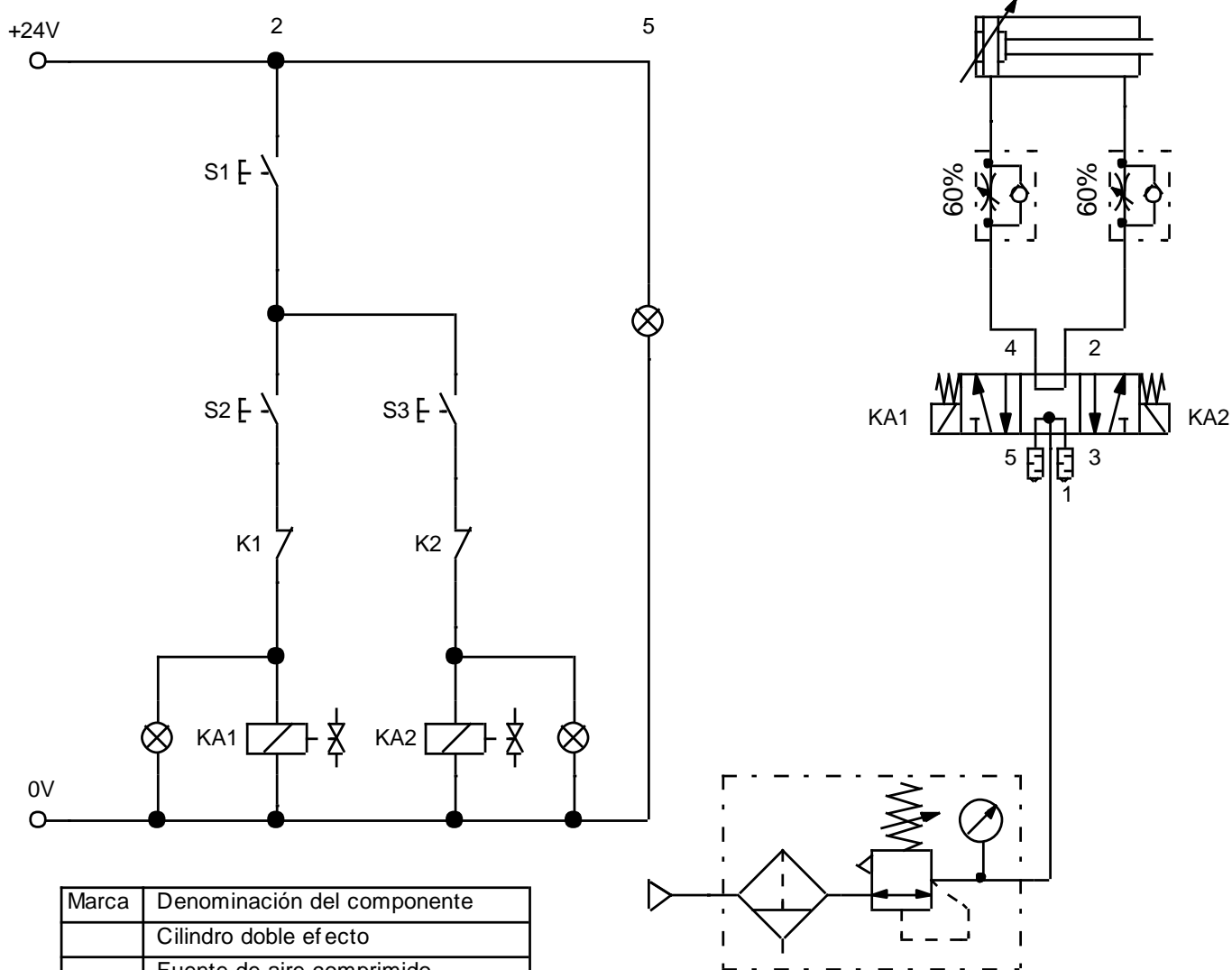
Tarea	¿Cumple?	Observaciones
¿Está colocada en un emplazamiento visible?	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	_____
¿Está colocada en un emplazamiento fácilmente accesible?	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	_____
¿Es imborrable y permanente?	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	_____
¿Puede leerse de manera clara?	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	_____
¿Está colocada en la placa informativa del vehículo o muy cerca de la misma?	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	_____
¿Dispone del formato correcto de codificación?	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	_____
¿La altura de números y letras es la normalizada?	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	_____

**9- Firma del técnico que realiza la inspección**



## **ANEXO IX:**

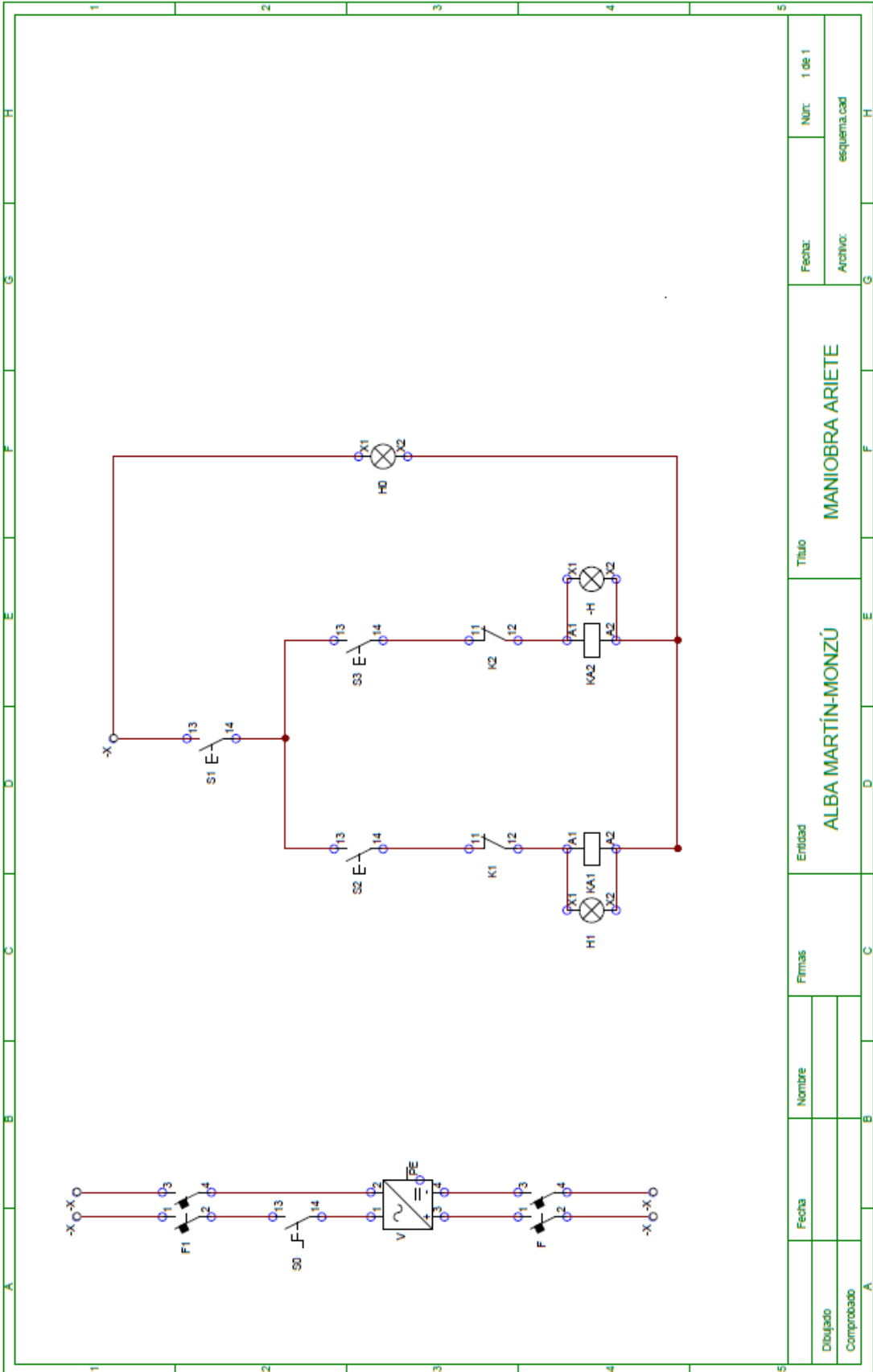
### **CIRCUITO ELECTRO-NEUMÁTICO DE CONTROL DEL PROTOTIPO DE ARIETE**



Marca	Denominación del componente
	Cilindro doble efecto
	Fuente de aire comprimido
	Fuente de tensión (0V)
	Fuente de tensión (24V)
	Indicador luminoso
	Indicador luminoso
	Indicador luminoso
	Unidad de mantenimiento
	Válvula antirretorno estranguladora
	Válvula antirretorno estranguladora
	Válvula de 5/n vías
K1	Franqueador
K2	Franqueador
KA1	Solenoides de válvula
KA2	Solenoides de válvula
S1	Pulsador (Obturador)
S2	Pulsador (Obturador)
S3	Pulsador (Obturador)

## ANEXO X:

MANIOBRA ELÉCTRICA DE  
ACCIONAMIENTO NEUMÁTICO DEL  
CILINDRO DEL PROTOTIPO DE  
ARIETE

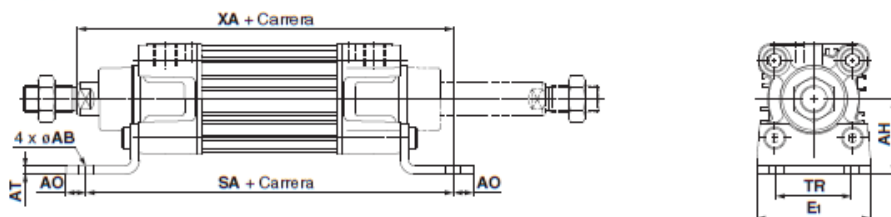
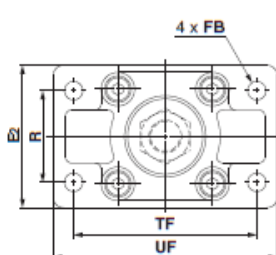
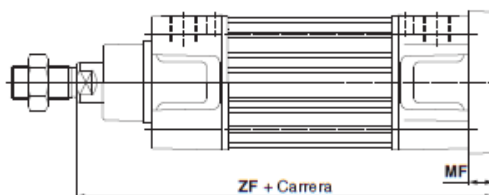
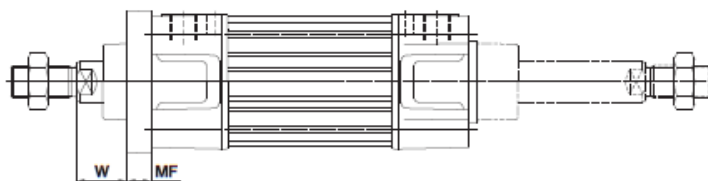
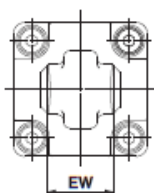
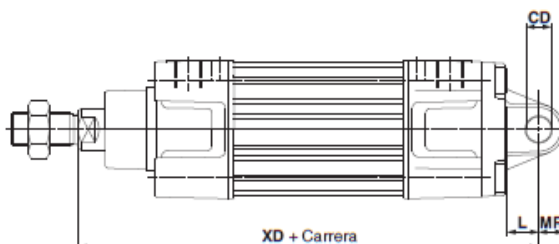
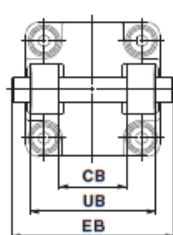


# **ANEXO XI:**

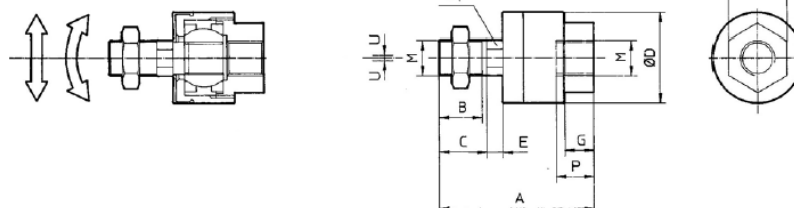
## **DATOS TÉCNICOS DEL CILINDRO DE DOBLE EFECTO**

**Dimensiones: Accesorios de montaje del cilindro (L/F/G/C/D)**

[Proyección del primer ángulo]

**Montaje (L) por escuadras****Montaje (F/G)****Montaje de la culata trasera (G)****Montaje de la culata delantera (F)****Montaje (C)****Montaje (D)**

Diámetro (mm)	E <sub>1</sub>	TR	AH	AO	AT	øAB	SA	XA	R	TF	øFB	E <sub>2</sub>	UF	W	MF	ZF	UB <sub>h14</sub>	CB <sub>H14</sub>	EW	øCD <sub>H9</sub>	L	MR	XD	EB
32	48	32	32	10	4.5	7	142	144	32	64	7	50	79	16	10	130	45	26	26-0.2/-0.6	10	12	9.5	142	65
40	55	36	36	11	4.5	10	161	163	36	72	9	55	90	20	10	145	52	28	28-0.2/-0.6	12	15	12	160	75
50	68	45	45	12	5.5	10	170	175	45	90	9	70	110	25	12	155	60	32	32-0.2/-0.6	12	15	12	170	80
63	80	50	50	12	5.5	10	185	190	50	100	9	80	120	25	12	170	70	40	40-0.2/-0.6	16	20	16	190	90
80	100	63	63	14	6.5	12	210	215	63	126	12	100	153	30	16	190	90	50	50-0.2/-0.6	16	20	16	210	110
100	120	75	71	16	6.5	14.5	220	230	75	150	14	120	178	35	16	205	110	60	60-0.2/-0.6	20	25	20	230	140
125	Máx. 157	90	90	Máx. 25	8	16	250	270	90	180	16	Máx. 157	Máx. 224	45	20	245	130	70	70-0.5/-1.2	25	Min. 30	Máx. 26	275	Máx. 157

**Junta flotante JA**

Diámetro (mm)	M	Ref.	A	B	C	øD	E	F	G	H	P	U	Carga (kN)	Peso (g)	Ángulo
32	M10 x 1.25	JA30-10-125	49.5	19.5	—	24	5	8	8	17	9	0.5	2.5	70	±5°
40	M12 x 1.25	JA40-12-125	60	20	—	31	6	11	11	22	13	0.75	4.4	160	
50, 63	M16 x 1.5	JA50-16-150	71.5	22	—	41	7.5	14	13.5	27	15	1	11	300	
80, 100	M20 x 1.5	JA80-20-150	101	28	31	59.5	11.5	24	16	32	18	2	18	1080	
125	M27 x 2	JA125-27-200	123	34	38	66	13	27	20	41	24	2	28	1500	

\* Color negro

# **ANEXO XII:**

## **DATOS TÉCNICOS DEL DINAMÓMETRO DE COMPRESIÓN**



Precisión	±0,1 % del valor de medición
Mapa gravitatorio	Ajuste manual o mediante datos GPS
Unidades de medida	N, g, lb, oz, kg, kgf, lbf, ozf
Sobrecarga máxima	±20 % fuera del rango de medición
Cuota de medición	10 valores/s o 40 valores/s
Función de medición	Medición de tracción y compresión Función PEAK (máx, mín, Hold) Medición de valores límite Medición en tiempo real mediante software
Pantalla	Pantalla gráfica de 61 x 34 Indicación simultánea de valores relevantes, como fecha, hora, valor de medición actual Inversión automática de la pantalla Ajuste de la iluminación de fondo
Menú	Multilingüe: alemán / inglés / español
Memoria interna	8 posiciones de memoria con 800 mediciones respectivas en una tarjeta mini SD
Registro	manual - pulsando un botón automático - 0,025 s - 99,9 s (ajustable)
Interfaz	USB, RS-232, 9 polos
Software	Incluye software para la valoración y el control
Condiciones ambientales	-10 °C ... +40 °C
Alimentación	4 Pilas AA Ni-MH 2400 mAh Adaptador de red ~230 V / 12 V - 1,2 A incluido Ajuste de la función de desconexión automática
Duración de la batería	Aprox. 20 h (sin iluminación de fondo activada: aprox. 45 h)
Dimensiones célula dinamométrica	11 mm de largo, rosca M6 x 9 mm
Dimensiones del dinamómetro	210 x 110 x 40 mm
Longitud del cable para la célula de carga externa	Aprox. 3 m
Peso	700 g

**PCE-FB K con célula de carga externa**  
 1 x Dinamómetro (según modelo)  
 1 x Célula de fuerza externa, pernos incluidos  
 1 x Componente de red  
 1 x Software con cable de datos RS-232  
 1 x Maletín de transporte  
 1 x Manual de instrucciones

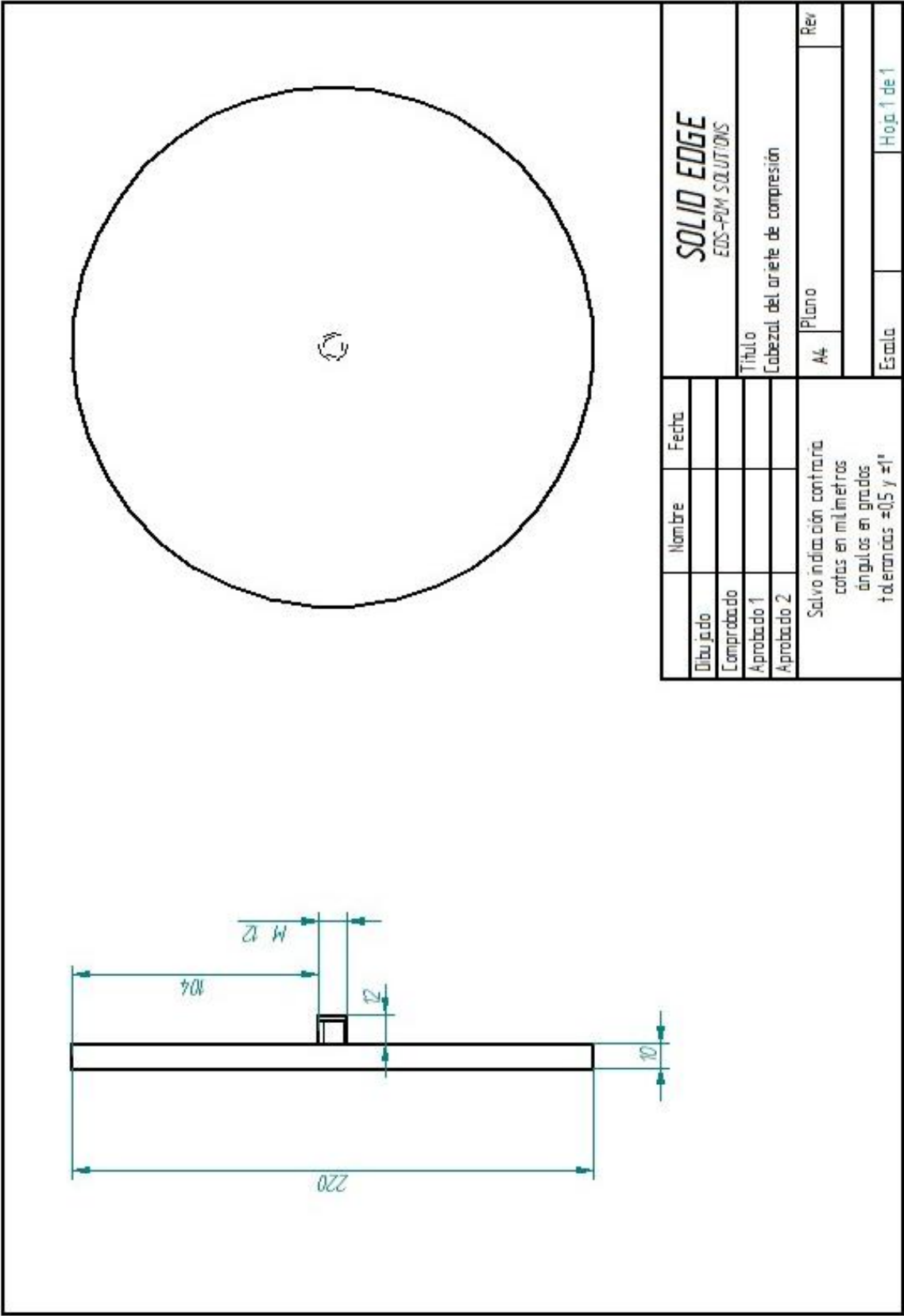
**ATENCIÓN:**  
 Las células de carga externas a partir de 100 kN se entregan sin pernos



**Atención:** Las células de carga del dinamómetro no necesitan mantenimiento, son ligeras y se caracterizan por su larga vida operativa. En la producción de las células dinamométricas se utilizan exclusivamente materiales de alta calidad que garantizan un máximo en seguridad y longevidad. El dinamómetro dispone de un rango de sobrecarga, si lo sobrepasa, destruirá la célula dinamométrica. Cuando elija su dinamómetro, hágalo teniendo en cuenta el rango de medición que necesitará, escoja un dinamómetro con una célula con suficiente margen de rango respecto a la medición a realizar.

# **ANEXO XIII:**

## **CABEZAL DEL PROTOTIPO DE ARIETE**

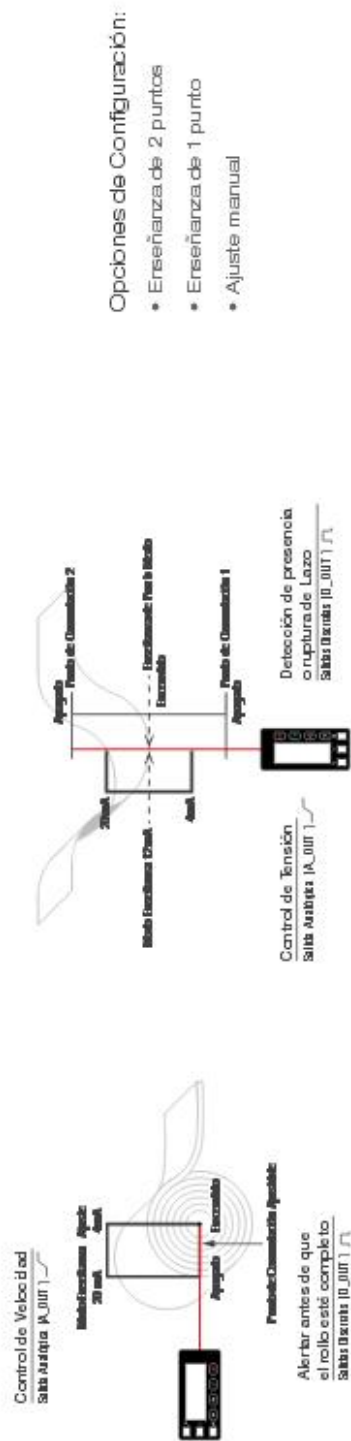


## **ANEXO XIV:**

### **DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DEL MEDIDOR LÁSER EMPLEADO PARA EL CONTROL DE LA DEFORMACIÓN**



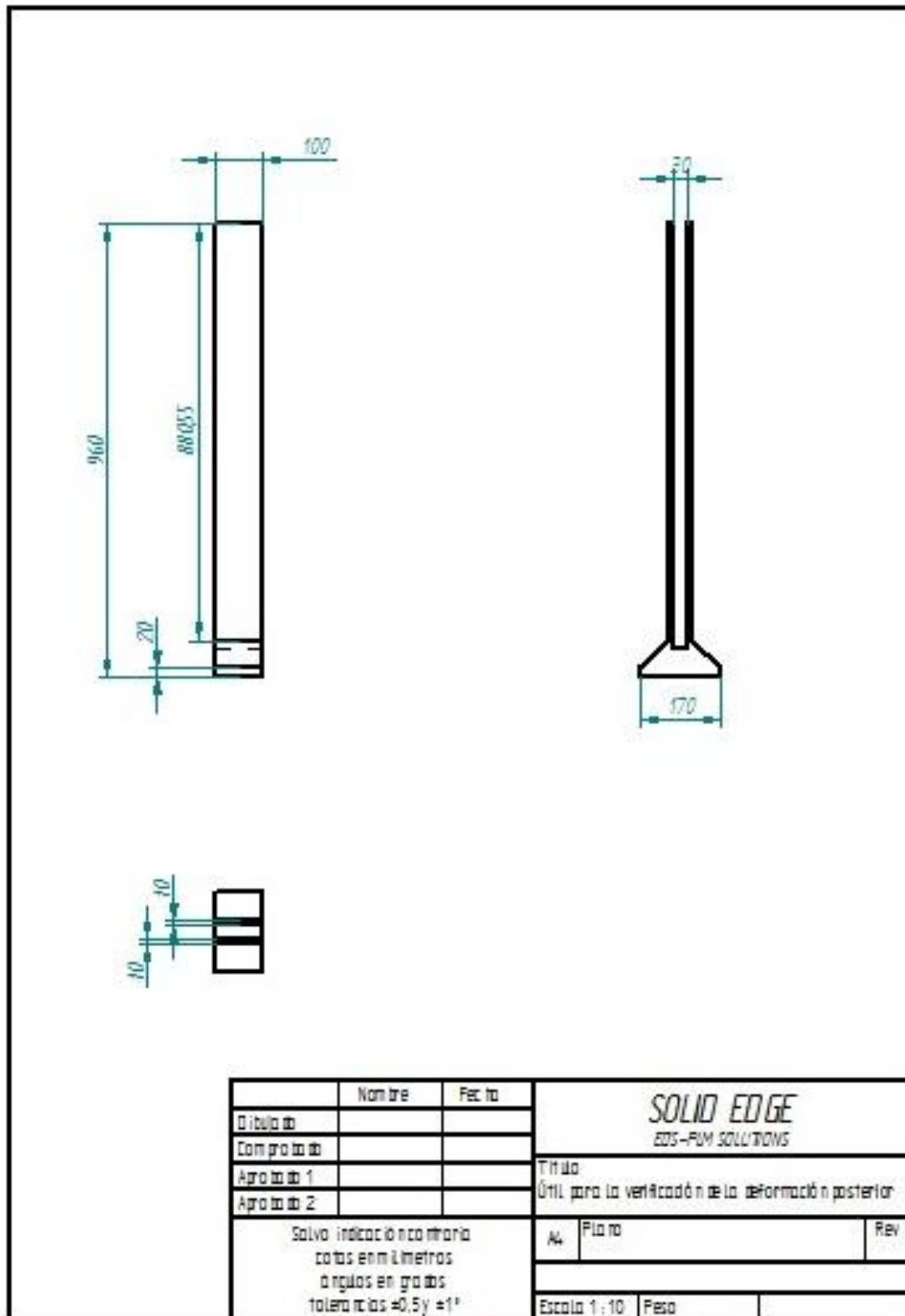
## Pantalla Intuitiva para un Ajuste Sencillo





## **ANEXO XVI:**

### **ÚTIL DE VERIFICACIÓN DE LA DEFORMACIÓN POSTERIOR DEL SIDE GUARD**





# **ANEXO XVII:**

## **EXPEDIENTE DE HOMOLOGACIÓN**

# **NOTIFICACIÓN RELATIVA A LA HOMOLOGACIÓN DE UN TIPO DE VEHÍCULO EN LO QUE SE REFIERE A SU PROTECCIÓN LATERAL**



**SEGÚN REGLAMENTO N° 73 DE LA COMISIÓN ECONÓMICA PARA EUROPA DE LAS NACIONES UNIDAS (CEPE): Prescripciones uniformes relativas a la homologación de los vehículos industriales, de los remolques y de los semirremolques en lo que concierne a su protección lateral.**

**Cliente:**

**Fecha del informe:**

**N° informe :**

## ÍNDICE DEL EXPEDIENTE DE HOMOLOGACIÓN

### A. EXPEDIENTE DEL FABRICANTE

#### A.1. FICHA DE CARACTERÍSTICAS

1. GENERALIDADES
2. CONSTITUCIÓN GENERAL DEL VEHÍCULO
3. CARROCERÍA

#### A.2. ANEXOS A LA FICHA DE CARACTERÍSTICAS

1. CONSTITUCIÓN GENERAL DEL VEHÍCULO
2. ESQUEMAS DE MONTAJE DEL DISPOSITIVO
3. CÁLCULO DE LA DEFORMACIÓN DEL DISPOSITIVO
4. CERTIFICACIONES

### B. INFORME DE LOS ENSAYOS

#### B.1. CERTIFICADO

#### B.2. ANEXO AL INFORME

1. GENERALIDADES
2. DATOS DEL VEHÍCULO ENSAYADO
3. ENSAYO
  - 3.1. INSPECCIÓN DEL PROTECTOR LATERAL
  - 3.2. REQUISITOS DE RESISTENCIA
  - 3.3. REQUISITOS DE INSTALACIÓN DE LA PROTECCIÓN LATERAL
  - 3.4. REQUISITOS DE DIMENSIONES
  - 3.5. REQUISITOS DE LA MARCA DE HOMOLOGACIÓN

## B. INFORME DE LOS ENSAYOS

### B.1. CERTIFICADO

#### INFORME N°:

#### CONCERNIENTE A LA APLICACIÓN DEL REAL DECRETO N° 73 RELATIVA A LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN LATERAL

- ❖ Nombre y dirección del solicitante del ensayo: \_\_\_\_\_
- ❖ Nombre y dirección del fabricante: \_\_\_\_\_
- ❖ Denominación comercial o marca del vehículo: \_\_\_\_\_
- ❖ Tipo de vehículo: \_\_\_\_\_
- ❖ Categoría: \_\_\_\_\_
- ❖ Lugar y fecha de expedición del informe: \_\_\_\_\_

CONCLUSIONES: El dispositivo de protección lateral ensayado y cuyas propiedades se enumeran en el Anexo al presente informe, cumple los requisitos establecidos en el Reglamento CEPE n° 73. Los resultados presentados se refieren a la muestra ensayada.

#### Ingeniero De Ensayos

#### Jefe De Homologaciones

Nombre y apellidos: \_\_\_\_\_

Nombre y apellidos: \_\_\_\_\_

Firma: Firma:

## B.2. ANEXO AL INFORME

### 1. GENERALIDADES

- ❖ Solicitante del ensayo: \_\_\_\_\_
- ❖ Marca: \_\_\_\_\_
- ❖ Tipo: \_\_\_\_\_
- ❖ Categoría: \_\_\_\_\_

### 2. DATOS DEL VEHÍCULO ENSAYADO

- ❖ Anchura máxima: \_\_\_\_\_
- ❖ Anchura máxima ejes: \_\_\_\_\_
- ❖ Forma y materiales de la carrocería: \_\_\_\_\_
- ❖ Tipo de suspensión: \_\_\_\_\_

### 3. ENSAYO

#### 3.1. INSPECCIÓN DEL PROTECTOR LATERAL

- ❖ La protección está firmemente colocada y no existe riesgo de que se suelte:
- ❖ El protector es metálico o similar:
- ❖ No se encuentran sujetos a la protección lateral conductos de frenos, conductos hidráulicos o neumáticos:
- ❖ La parte externa del protector es lisa:
- ❖ La parte externa del protector es continua en lo posible desde la parte frontal a la parte posterior:
- ❖ Todos los elementos que sobresalen son lisos y redondeados:

### 3.2. REQUISITOS DE RESISTENCIA

En los 250 mm posteriores del protector:

- ❖ Fuerza aplicada: > 1 KN
- ❖ Deformación obtenida: < 30 mm.

En cualquier otro punto:

- ❖ Fuerza aplicada: > 1 KN
- ❖ Deformación obtenida: < 150 mm

### 3.3. REQUISITOS DE INSTALACIÓN DE LA PROTECCIÓN LATERAL

- ❖ La distancia de la parte anterior del protector a un plano vertical que pasa por la parte posterior del neumático de la rueda es  $\leq 300$  mm ( o 100mm respecto al plano que pasa por el final de la cabina):
- ❖ La distancia de la parte posterior del protector a un plano vertical que pasa por la parte anterior al neumático de la rueda es  $\leq 300$  mm:
- ❖ El extremo inferior del protector está situado a una distancia del suelo < 550 mm:
- ❖ El extremo superior se encuentra situado a una distancia < 350 mm del borde de la superficie de carga o a 950 mm del suelo (la menor de las dos distancias):
- ❖ El dispositivo de protección lateral no aumenta la anchura del vehículo:
- ❖ La profundidad de la parte principal del protector no se adentra con relación a la anchura máxima del vehículo en más de 120 mm.
- ❖ Su extremo trasero en los últimos 250 mm no se adentra más de 30 mm con respecto al plano que pasa por la parte exterior de los neumáticos:
- ❖ El extremo anterior acaba con un elemento vertical continuo en toda su altura sin dejar espacios abiertos cuando la distancia es < 100 mm de la cabina:

### 3.4. REQUISITOS DE DIMENSIONES

- ❖ Si el dispositivo está formado por varios travesaños la distancia entre estos es  $< 300$  mm:
- ❖ El alto de las caras de los travesaños es  $\geq 50$  mm:
- ❖ Las caras del elemento vertical miden al menos 50 mm hacia atrás y 100 mm hacia la parte posterior:
- ❖ Si sobresalen cabezas de pernos o remaches no lo hacen más de 10 mm:
- ❖ El radio de las esquinas y bordes es  $< 2,5$  mm:

### 3.5. REQUISITOS DE LA MARCA DE HOMOLOGACIÓN

- ❖ Está colocada en un lugar visible y fácilmente accesible:
- ❖ Es imborrable y permanente:
- ❖ Se lee de manera clara:
- ❖ Dispone del formato de codificación correcto:

Lugar y fecha:

Firma ingeniero de ensayos

